

TAPERED MULTILAYER LUMINAIRE DEVICES

Publication number: JP9507584T

Publication date: 1997-07-29

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international: **F21V8/00**; G02B6/00; G02B6/42; **F21V8/00**; G02B6/00;
G02B6/42; (IPC1-7): G02B6/00; G02F1/1335

- european: G02B6/00L6

Application number: JP19940520306T 19940311

Priority number(s): WO1994US02598 19940311; US19930029883 19930311

Also published as:

WO9420871 (A1)
EP0746787 (A1)
EP0746787 (A4)
EP0746787 (A0)
EP0746787 (B1)

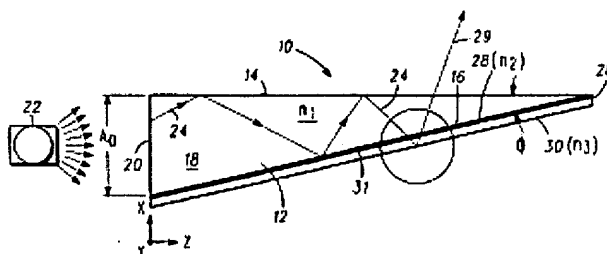
more >>

Report a data error here

Abstract not available for JP9507584T

Abstract of corresponding document: **WO9420871**

An optical device (10) for collecting light and selectively outputting or concentrating the light. A wedge layer (12) has an optical index of refraction n_1 , and top (14), bottom (16) and side surfaces (18) intersecting to define an angle of inclination d . A back surface 20 spans the top (14) bottom (16) and side surface (18). A first layer is coupled to the bottom surface (16) of the layer (28) and has an index of refraction n_2 . The first layer (28) index n_2 causes light input (22) through the back surface (20) of the layer to be preferentially output in the first layer. A second layer (30) is coupled to the bottom of (16) of the first layer (28) and selectively cases output of light into ambient. Additional layers, such as an air gap (31), can be provided adjacent to the wedge shaped layer. The wedge shaped layer can also have a variable index of refraction $n(x, y, z)$.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

114-

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平9-507584

(43) 公表日 平成9年(1997)7月29日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I
G 0 2 B 6/00	3 3 1	7036-2K	G 0 2 B 6/00 3 3 1
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	7809-2K	G 0 2 F 1/1335 5 3 0

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全107頁)

(21) 出願番号 特願平6-520306
 (86) (22) 出願日 平成6年(1994)3月11日
 (85) 翻訳文提出日 平成7年(1995)9月11日
 (86) 国際出願番号 PCT/US94/02598
 (87) 国際公開番号 WO94/20871
 (87) 国際公開日 平成6年(1994)9月15日
 (31) 優先権主張番号 08/029,883
 (32) 優先日 1993年3月11日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

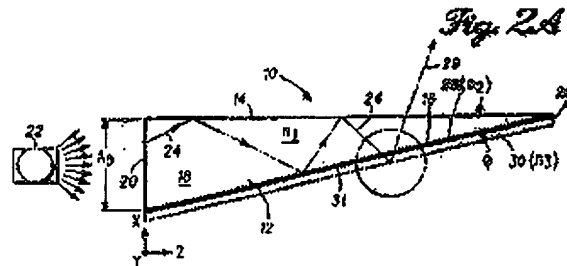
(71) 出願人 ミネソタ マイニング アンド マニフ
 アクチャリング カンパニー
 アメリカ合衆国 55133-3427 ミネソタ
 州 セント ポール ビー. オー. ボック
 ス 33427
 (72) 発明者 ウINSTON, ロランド
 アメリカ合衆国 60615 イリノイ州 シ
 カゴ ユニバーシティ アベニュー 5217
 -C
 (74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 テーパ状多層照明装置

(57) 【要約】

集光し、光を選択的出力又は集中させる装置。楔状層は屈折率 n_1 を有し、頂面、底面及び側面は交差して傾斜角 d を形成している。背面は頂面、底面及び側面に延びている。第1の層は他の層の底面に連結され、屈折率 n_1 を有している。第1の層の屈折率 n_2 は楔状層から入力される光を第1の層に優先的に出力する。第2の層は第1の層の底面に連結され、光を外部環境へ出力する。エアギャップ等の更なる層は楔状層に近接して設けられている。楔状層は種々の屈折率 (x , y , z) をも備えている。



【特許請求の範囲】

1. 光源から光を採集して光を選択的に出力する光学装置であって、

前記光源から光を受容することが可能にして、光学的屈折率 n_1 を有し、少なくとも傾斜角 ϕ を形成すべく収束する頂層面及び底層面を有する第1の層と、前記第1の層は頂層面及び底層面に至る背面を備えることと、

前記第1の層の底層面下に配置されたエアギャップを備え、かつ前記第1の層から受容下光の伝送を許容するための有効屈折率 n_2 を有する層手段と、

前記層手段に対してその上方及び下方のいずれかにおいて重複する光方向変更手段と、前記変更手段は層手段から出力される光の進行方向を選択的に変更すべく、光が前記変更手段を厚さ方向に横切って伝送されることを許容することとからなる光学装置。

2. 前記層手段に対してその下方において重複する光進行方向変更手段は、同変更手段を横切って伝送される光を反射させ、光は変更手段、層手段及び第1の層を通過して反射させ、頂層面を通過して出力される請求項1に記載の光学装置。

3. 平行に光を出力し、同平行に出力された光は $2\phi^{1/2}(n^2-1)^{1/2}$ にほぼ等しい角度幅 $\Delta\theta$ の円錐を有する請求項1に記載の光学装置。

4. 前記光の進行方向を変更するアセット部を備えた層を有し、前記ファセット部は、

(a) 光源と第1の層との間、

(b) 前記第1の層に対して上方において重複する位置、

(c) 前記光進行方向変更手段に対して下方において重複する位置

のうち少なくとも1つの位置に配置されている請求項1に記載の光学装置。

5. (a) 光源と第1の層との間、

(b) 前記第1の層に対して上方において重複する位置、

(c) 前記光進行方向変更手段に対して下方において重複する位置

のうち少なくとも1つの位置に配置されているディフューザ層を備えてなる請求項1に記載の光学装置。

6. 前記光進行方向変更手段は屈折率 n_3 を有し、 $n_3 > n_2$; $n_2 < n_1 \leq n_3$; n_1

～1.5, $n_2 < 1.5$, $n_3 \geq n_1$ であり、 n_1 は1.4～1.7であり、さらには $n_3 > 1.45$ であって、 n_2 は約1である請求項1に記載の光学装置。

7. 前記光進行方向変更手段は、光を好ましくは底層面から光進行方向変更手段を経て外部環境に出力すべく、第1の層に光を入力する請求項1に記載の光学装置。

8. 光源から光を採集して光を選択的に出力する光学装置であって、

楔状の断面形状を有し、光学的屈折率 n_1 を有し、少なくとも傾斜角 ϕ を形成すべく収束する頂層面及び底層面を有する第1の層と、前記第1の層は頂層面及び底層面に至る背面を備えることと、

前記第1の層の底層面に対して下方から重複するエアギャップ層と、前記第1の層内の光が第1の層及びエアギャップ間のインターフェースの入射特性における臨海角に達した時に光は底楔状面からエアギャップ層内に進行することと、

前記エアギャップ層に対して下方から重複する光進行方向変更手段と、前記光進行方向変更手段は制御された出力角分布にてエアギャップを横切る光を伝送する光学装置。

9. 前記光進行方向変更手段はエアギャップに対して上方から重複する層を有するとともに、前記第1の層及びエアギャップを介して光りを反射する反射層を備

えてなる請求項8に記載の光学装置。

10. (a) 頂層面に対して上方から重複する位置、

(b) 光源と第1の層との間の位置、

(c) 光進行方向変更手段に対して下方から重複する位置

のうちいずれか1つの位置に光ディフューザ要素を備えてなる請求項8に記載の光学装置。

11. 前記光の進行方向を制御された角度分布にて変更するファセット部を備えた層を有する請求項8に記載の光学装置。

12. 前記エアギャップ層は外部支持部材及び内部層支持部材のうち少なくとも一方により第1の層及び光進行方向変更手段間に支持されている請求項8に記載の光学装置。

13. 前記第1の層のうち少なくとも一方は、対応するファセット層を備え、同ファセット層はエアギャップ、及び頂層面に対して上方から重複する中間エアギャップを有するファセット部を備えた前記層によって分離されている請求項8に記載の光学装置。

14. 前記光進行方向変更手段は正反射層を有する請求項8に記載の光学装置。

15. 前記第1の層の上方に更なる光進行方向変更手段を備えてなる請求項8に記載の光学装置。

16. 前記光進行方向変更手段は前記頂面の上方において同頂面に重複する更なる被支持エアギャップと、同エアギャップの下方において同エアギャップと重複

するファセット層とからなる請求項15に記載の光学装置。

17. 前記光進行方向変更手段及び更なる光進行方向変更手段のうち少なくとも一方は複数のファセットを備え、これらファセットは

(a) 異なるファセット曲率、

(b) ほぼ同一のファセット曲率

のうち少なくとも1つを有する請求項15に記載の光学装置。

18. 前記更なる光進行方向変更手段は、光を制御された角度分布にて外部環境に出力すべく光を収束させるためのファセット表面を有する層よりなる請求項17に記載の光学装置。

19. 前記 n_1 は約1.5であり、前記更なるエアギャップ及びエアギャップは等しい屈折率を有し、前記層は約1.48-1.60の値である n_1 を有する請求項18に記載の光学装置。

20. 光の進行方向がばらばらで平行ではない光源からの光を採集して選択的に出力する光学装置であって、

前記光源から光を受容することが可能な入射面と光学的屈折率 n_1 とを有する第1の層と、前記頂層面及び底層面が入射面に対して収束して第1の層の厚い端部を形成し、前記第1の層は少なくとも頂層面及び底層面のために変化する傾斜を有し、前記変化する傾斜は収束する形状及び広がる形状のうち少なくとも一方を有し、

前記第1の層に対して下方から重複し、かつ有効屈折率 n_z を有する層手段と

、

前記層手段に対してその下方にて重複し、外部環境に光を制御された角度にて出力するために、層手段から受承した光を選択的に反射及び伝送する光進行方向変更手段と

からなる光学装置。

21、光の進行方向がばらばらで平行ではない光源からの光を採集して選択的に出力する光学装置であって、

光学的屈折率 n_1 を有する第1の層と、前記第1の層は底層面向かって収束する頂層面と、頂層面及び底層面に至るまで広がり、前記第1の層の厚い端部を形成する入射端面とを有することと、

前記第1の層の底層面に対して下方から重複するエアギャップ層と、前記底層面及びエアギャップ間のインターフェースにおける第1の層の特性における光の臨海角 θ_c を創成し、光が臨海角に達したときに光を「エアギャップ層内に進入させることと、

前記エアギャップ層に対して下方から重複し、前記第1の層からエアギャップを介して受承する光を反射する光反射手段と、前記光反射手段は第1の層及びエアギャップと協働して光束を形成し、同光束を制御度分布により外部環境へ出力する光学装置。

22、(a) 楔状頂面、及び

(b) 入射端面

の少なくとも一方に隣接して光進行方向変更手段を設けてなる請求項21に記載の光学装置。

23、前記光進行方向変更手段はファセット部を備えてなる請求項22に記載の光学装置。

24、前記制御された角度分布の光束は頂面からの平均出力角の約 $\pm 30^\circ$ 以内である請求項21に記載の光学装置。

25. 前記ファセット部は

(a) フレネルパラボラ及び／又はフレネルシリンダの一部を構成する層を形成すべく角度が変化する複数のファセットと、

(b) 各ファセット部が特定の角度分布の所望の円錐状に収束する光を生成するために構成されていることと、

(c) 各ファセットは選択的に平面状及び曲面状のファセット面を有することと、

のうち少なくとも1つを備えてなる請求項23に記載の光学装置。

26. 前記光源を受容するために中央部において長さ方向に延びる通路を有する楔状ディスク状部を備えてなる請求項21に記載の光学装置。

27. 光の進行方向がばらばらで平行ではない光源からの光を採集して選択的に出力する光学装置であって、

光学的屈折率 n_1 を有する第1の層と、前記第1の層は背面と屈折率 n_2 のガスを含む空隙に隣接して形成された収束する頂層面及び底層面を有し、前記第1の層の背面を経て入力される光は、第一の層から反射された光は底層面及びガス含有空隙の間のインターフェイスに特徴づけられる底層面に対して反射臨界海角に達したとき空隙内に進入することと、

前記ガス含有空隙に下方から重複する光進行方向変更手段と、前記光進行方向変更手段は第一の層から出力された光の反射及び頂層面から光の出力を選択的に行うことと、さらには前記光進行方向変更手段は第1の層から出力された光を収束させる手段を備えていることと

からなる光学装置。

28. 前記収束手段は湾曲状の光進行方向変更手段及び特定の選択された収束を提供すべく特定の切削角を有するファセット部のうちの少なくともいずれか一方を備えてなる請求項27に記載の光学装置。

29. 前記収束手段は頂層面の端部からの光を頂層面から出力される光の中央角に収束させるための形状をなす請求項28に記載の光学装置。

30. 前記ファセット部のファセットは、前記収束手段の先端部における複数の

ファセットの形成のために異なる傾斜角度を備えてなる請求項28に記載の光学装置。

31、前記収束手段は同収束手段の異なる部位から出力される光の重複を制御するための形状を有する請求項28に記載の光学装置。

32、前記ファセット部は

- (a) 選択された目視距離において増加する光の重複と、
- (b) 好ましい目視投射の分布を形成するための光の重複と、
- (c) 特定の収束を提供するための特定のファセット角度と、
- (d) 各ファセットのための異なる焦点

とのうちの少なくとも1つを備えてなる請求項28に記載の光学装置。

33、光進行方向変更手段は、重複された光を出力するための形状をなす少なくとも2つの部分を備えてなる請求項28に記載の光学装置。

34、前記ファセット部の複数のファセットは、

- (a) 前記ファセットの表面におけるすくなくとも1つの屈折のため異なった傾斜角を有することと、
- (b) 前記収束手段の長さ方向に沿って積極的に変化する傾斜角を有することと、
- (c) 収束手段の末端において異なる傾斜角を有すること

とのうちの1つを備えてなる請求項28に記載の光学装置。

35、前記第1の層は外部環境へ高く出力される光の均一化を制御すること及び第1の層に入力される光の非均一性を補償することのいずれか一方を行うために、前記背面に隣接して非直線的に変化する厚さを備えている請求項27に記載の光学装置。

36、重複した光進行方向変更層と、外部環境からの光にて作動する重複した液晶ディスプレイとをさらに備えてなる請求項27に記載の光学装置。

37、ディフューザ層を備え、同ディフューザ層は、

- (a) 前記光源と第1の層との間に配置される、
- (b) 前記第1の層に対して上方から重複する、

(c) 前記光進行方向変更手段の下方に配置される
のうち少なくともいずれか1つの状態にある請求項27に記載の光学装置。

38. 前記ディフューザー層は、

- (a) 収束層、
- (b) 半透明層、
- (c) 両凸レンズ状アレー

のうちの少なくとも1つからなる請求項37に記載の光学装置。

39. 前記光源は混成放物状集中源よりなる請求項27に記載の光学装置。

40. 少なくとも1個の更なる層を備え、前記層は、

- (a) 第1の層とガス含有空隙との間、
- (b) ガス含有層と光進行方向変更手段との間

の少なくともいずれか一方に配置されている請求項27に記載の光学装置。

41. 前記第1の層及び光進行方向変更手段のいずれか一方に入力され、背面から集光のために出力される光を中心に集めるコンセンレーターとして作動可能な請求項27に記載の光学装置。

42. 光源から光を採集して光を選択的に出力する光学装置であって、

楔状の断面形状を有し、光学的屈折率 n_1 を有し、背面と少なくとも傾斜角 ϕ にて収束する頂層面及び底層面を有する第1の層と、

光学的屈折率 n_2 を有する第2の層を有し、前記第1の層ないで反射される光が前記底層面及び第2の層の間のインターフェースにて特徴づけられる底層面に対する反射臨界角 θ_c に達した時に前記第1の層の背面を経て入力される光は第2の層に進入することと、

前記第2の層に隣接して配置され、前記第1の層及び第2の層と協働して光の角度分布を制御するとともに、前記頂面層から光を出力する第3の層とを備えてなる光学装置。

43. 前記第1の層は光の出力を可能にすべく複数の角度 ϕ を有している請求項42に記載の光学装置。

44. 前記第3の層は所望の可視範囲に光を出力すべく変化する湾曲面の部分と

備えてなる請求項42に記載の光学装置。

45. 前記層手段は、

- (a) 単一のファセット、
- (b) 複数のファセット、
- (c) 互いに隣接する複数のファセット部、
- (d) 小さな焦点を有するファセット、
- (e) 可視範囲内に焦点を有するファセット

のうちの少なくとも1つを備えている請求項42に記載の光学装置。

46. 光源から光を採集して光を選択的に出力する光学装置であって、

前記光源から光を受容することが可能にして、光学的屈折率 n_1 を有し、少なくとも傾斜角 ϕ を形成すべく収束する頂層面及び底層面を有する第1の層と、前記第1の層は頂層面及び底層面に至る背面を備えることと、

前記底層面及び頂層面に対してそれぞれ下方から重複するとともに、有効光学的屈折率 n_{2a} 及び n_{2b} を有し、前記第1の層からの光の出力を許容する層手段と、

前記第1の層に対して下方から重複するように配置された光方向変更手段と、前記変更手段は層手段から出力される光の進行方向を選択的に変更すべく、光が前記変更手段を厚さ方向に横切って伝送されることを許容することとからなる光学装置。

47. 前記屈折率 n_{2a} 及び n_{2b} は傾斜角 ϕ に対して以下の関係、即ち

$$|\arcsin(n_{2a}/n_1) - \arcsin(n_{2b}/n_1)| < \phi$$

である請求項46に記載の光学装置。

48. 前記光進行方向変更手段からの光出力を変更すべく、同光進行方向変更手段に近接して配置されたディフューザー層を備えてなる請求項48に記載の光学装置。

49. 前記ディフューザー層は、レンチキュラディフューザー、ボリウムディフューザー及びサーフェスディフューザーのうちの少なくとも1個からなる請求項48に記載の光学装置。

50. 前記第1及び第2の中間層は、ガス状空隙層及び $n_2 < n_1$ の関係を有する透明材料のうち少なくともいずれか一方からなる請求項46に記載の光学装置。

51. 前記透明材料はゾルゲル変換可能物質、フロロポリメルス、フロライド塩、シリコン及び接着剤のうちの少なくとも1つからなる請求項50に記載の光学装置。

52. 前記光進行方向変更手段の外部環境側に配置された反射層を備えた請求項46に記載の光学装置。

53. 前記反射層は、平面状鏡面反射器、ディフューズ反射器及びファセット反射器のうちの少なくとも1つからなる請求項52に記載の光学装置。

54. 前記進行方向変更層のうちの少なくとも1つが透明直角フィルムからなる請求項46に記載の光学装置。

55. 光を採集して光を観察者に対して選択的に出力する光学装置であって、
光源と、

前記光源から光を受容することが可能にして、光学的屈折率 n_1 を有し、少なくとも傾斜角 ϕ を形成すべく収束する頂層面及び底層面を有する第1の層と、前記第1の層は頂層面及び底層面に至る背面を備えることと、

前記第1の面に対して下方から重複するとともに、有効光学的屈折率 n_2 を有する層手段と、

(a) 前記第1の層に対して上方から重複、及び

(b) 第1の層に対して下方から重複、

のうちの少なくともいずれか一方の状態に配置された光方向変更層と、

前記変更層は層手段から出力される光の進行方向を選択的に変更すべく、光が

前記変更層を厚さ方向に横切って伝送されることを許容することと

前記変更層は、変更層の平面を横切って変化するように形成された導入角を有し、観察者によって「ほぼ同一の強度の角出力範囲を制御するファセットを備えている光学装置。

56. 前記光進行方向変更層は、同光進行方向変更層の幅方向及び長さ方向の少なくともいずれか一方を横切って変化するファセット角を有するファセットの層

を備えてなる請求項55に記載の光学装置。

57. 前記光進行方向変更層は、半径 R を有する半円筒状面及び焦点距離 F の放物面の少なくとももののいずれか一方上に配置されたファセット層からなり、ファセットの表面の導入角を変化させる請求項55に記載の光学装置。

58. 前記光進行方向変更層は下方背面反射層からなる請求項55に記載の光学装置。

59. 前記光進行方向変更層は上方ファセット光進行方向変更層よりなる請求項55に記載の光学装置。

60. 前記光進行方向変更層は、

(a) 回折格子及びホログラム、

(b) 2つのファセット層及び選択的にレンチンキュウラディフューザー、

(c) 前記第1の層から出力される光を屈折及び内部反射させるように設計されたファセットを有する2つのファセット層と、

(d) 2つの屈折ファセット層と、

(e) 湾曲した出力層を備えた頂面の1個の屈曲ファセット層と、底面における屈曲／内部反射ファセット層と、

(f) 頂面における屈曲ファセット層及び底面における屈曲／内部反射層と、

(g) 頂面及び底面における屈曲／内部反射ファセット層と、

(h) 頂面における屈曲ファセット層及び底面における屈曲／内部反射ファセット層と

のうちの少なくとも1つから構成される前記層のうちの2つからなる請求項55に記載の光学装置。

61. 前記光進行方向変更層は伝送及び反射光進行方向変更層であって、同伝送及び反射光進行方向変更層は、

(a) 底部鏡面反射体及び頂部層伝送回折格子又は伝送ホログラム、

(b) 底部鏡面反射体及び頂部層屈折ファセット層、

(c) 底部鏡面反射体及び頂部層屈折／内部反射反射ファセット層、

(d) 底部鏡面反射体及び頂部層屈曲／内部反射ファセット層、

(e) 部分的に鏡面体であり、部分的に光を発散する底部反射体及び湾曲反射面に対して屈曲／反射する頂部光進行方向変更層、

(f) 部分的に鏡面体であり、部分的に光を発散する底部反射体及び屈折／内部反射平面ファセット層の頂部光進行方向変更層

のうちの少なくとも1つよりなる請求項55に記載の光学装置。

62. 進行方向がばらばらで平行ではない光源からの光を含む光を採集して選択的に観察者に対して出力する光学装置であって、

前面から均一な光出力を行う層手段と、

前記前面に重なるともに、前記層手段と光学的に連結された光進行方向変更手段を備え、前記光進行方向変更手段は、観察者への角度に均一に発散される光出力と、調節可能に変更される重複した照度出力との少なくともいずれか一方を提供するために、ファセット面角度が機能位置として組織的に変更されるファセット面を有するファセット部を備えてなる光学装置。

【発明の詳細な説明】**テーパ状多層照明装置**

本発明は照明を選択するための照明装置に関し、更に詳細にはバックライト並びに照明及び光の密度全体の角度調節のためのウェッジ形又はディスク形のテーパ状照明装置に関する。

照明装置には液晶表示装置のような種々の用途がある。フラットパネル形液晶表示装置では、コンパクトな照明源を保持するとともに適正にバックライトすることが肝要である。一般的に照明を目的とする場合にはウェッジ形光装置を用いることが周知である。この装置の大きい方の端部に光が入力され、次に反射インターフェースの臨界角に達するまで光は内部にてウェッジ面から反射され、その後、光はウェッジ装置から出力される。しかし、一般的にこの種の装置は平行でない照明出力の透過のみに使用され、空間及び角度上の出力分布が不適切な場合が多い。例えば、この装置の中には平行でない出力光を発生させるのに拡散リフレクタとして白塗り層を用いるものがある。

従って、本発明の目的は改良した光学装置及びその製造方法を提供することにある。

本発明の別の目的は新規の3次元式照明装置を提供することにある。

本発明の更に別の目的は、角度出力のバックライトを調節するような光学上の目的のための改良多層テーパ状照明装置を提供することにある。

本発明の更に別の目的は、光の透過又は濃度を調節するための新規のテーパ状照明装置を提供することにある。

本発明の更に別の目的は装置から平行照明をするための新規の光学装置を提供することにある。

本発明の更に別の目的は干渉エアギャップ層を有する改良テーパ状照明装置を提供することにある。

本発明の更に別の目的は、出力照明を調節するとともに集束させ、或いは密度の点から角度入力を調節することを可能にする新規の照明装置を提供することにある。

本発明の更に別の目的は、複合放物線集信装置、蛍光管状光源又は可変パラメータ機能源のような光源が出力を発生させるための多層光学装置に結合された改良照明システムを提供することにある。

本発明の更に別の目的は、照明装置の空間パラメータに対して可変屈折率を有する新規の照明光学装置を提供することにある。

本発明の更に別の目的は、選択空間パラメータに沿って、光学的出力のばらつきを補正を可能にする非線形の厚さ変動及び可変ウェッジ角 ϕ を有する改良照明ウェッジ装置を提供することにある。

本発明の他の目的、特徴及び効果については以下の好ましい実施の形態及び以下の添付図面から容易に明らかである。

図面の簡単な説明

図1は先行技術のウェッジ形装置を示す。

図2Aは本発明に基づいて構成された多層テーパ状照明装置を示す。図2Bはウェッジ層、第1の層及び第2のファセット層の接合部の拡大部分図である。図2Cは大きく拡大された第2のファセット層を示す図2Aを強調した形態である。図2Dは輝度を確定するための幾何学的形状を示す三層の接合部の部分図である。図2Eは光の進行方向を変更して内部にて透過させる層を底部において有する多層ウェッジ装置である。図2Fは底面の透光層を有するウェッジ装置を示す。図2Gは底面の屈折ファセット層を有するウェッジ層を示す。図2Hは底面の屈折層及びこれに接する湾曲ファセットを有するウェッジ層を示す。図2Iは可変ファセット角を有するファセットの屈折層を有するウェッジ層を示す。図2Jはウェッジ層に結合された1つの屈折プリズムを示す。図2Kはウェッジ層に結

合されるとともに一体型レンズを有する1つの屈折プリズムを示す。図2Lはウェッジ装置に結合された反射ファセット層を示す。図2Mは湾曲ファセット角を有するとともにウェッジ装置に結合された反射ファセット層を示す。図2Nはウェッジ層に接するフラット形反射ファセットを示し、図2Oはウェッジ層に接する湾曲形反射ファセットを示す。

図3Aは第2の層の周囲側に湾曲ファセットを有する多層ウェッジ装置を示し

、図3Bは装置の色々な層の接合部の拡大部分図を示す。

図4Aは照明の非対称的角度範囲の角度に対する輝度性能を計算して示す。図4Bはより対称的な角度範囲の角度に対する輝度分布性能を計算して示す。図4Cは図4Bの対称的角度に対する輝度性能を計算して示し、外部拡散器エレメントを付加している。図4Dはフラット形反射ファセットを使用し、かつ並列拡散器を使用せずに出力を示し、全幅半値(FWHM)輝度は7度である。図4Eはほぼ対称的な出力分布の例を示し、並列レンズ形拡散器とともにフラットファセットを使用して測定し、FWHMは34度である。図4Fは非対称的な出力分布の例を示し、湾曲ファセットを使用して測定し、FWHMは32度である。図4Gは非対称の出力分布の例を示し、湾曲ファセットを使用して測定し、FWHMは26度である。図4Hは二方式出力分布の例を示し、1つのファセット反射層及び1つのファセット屈折層を使用して測定した。図4Iは大きい「テール」を有する出力分布の例を示し、拡散反射用底部光進行方向変更層及び屈折／内部反射用上部光進行方向変更層を使用して測定した。

図5Aはディスク形ライトガイドの平面を示し、図5Bは図5Aの5B-5Bに沿った断面を示す。

図6Aはエアギャップ層を有する多層テーパ状照明装置の断面を示す。図6Bは複合放物線光源／集信装置を有する別のテーパ状照明装置の断面を示す。図6Cは可変パラメトリックプロファイル形光源及びレンズ形拡散器を有する別のテーパ状照明装置の断面を示す。図6Dは非均一的な厚さのウェッジ層を有する別のテーパ状照明装置の断面を示す。

図7は光源の周囲に同心配置された反射エレメントを示す。

図8はリフレクタの湾曲中心部と光源の中心部との間に最大変位が生じる光源の周囲に配置された反射エレメントを示す。

図9Aはほぼ同様の角度分布が装置の全部分から放射するように、光進行方向変更層を使用する様子を示す。図9Bは装置の異なる部分から放射する角度分布を変化させ、即ち種々の角度分布を集束させ、選択目標距離においてその重なりを促進するように、光進行方向変更層を使用する様子を示す。

図10は照明装置の一対のレンズ形アレイの一形態を示す。

図11は照明装置のレンズ形拡散器アレイ及び湾曲ファセット層を示す。

図12Aは一対の回折格子又はホログラム層を有するウェッジ形照明装置を示す。図12Bは一対の屈折ファセット及び拡散器を有するウェッジ形照明装置を示す。図12Cは一対のファセット層を有するウェッジ形照明装置を示す。図12Dは2つの屈折単一ファセット層を有するウェッジ形照明装置を示す。図12Eは屈折単一ファセット層及び底面の光進行方向変更層を有するウェッジ形照明装置を示す。図12Fは上面の屈折ファセット層の光進行方向変更層及び底面の屈折／内部反射層を有する照明装置を示す。図12Gは上面の屈折／内部反射ファセット層及び底面の屈折／内部反射層を有する照明装置を示す。図12Hは上

面の屈折ファセット層及び底面の屈折／内部反射層を有する照明装置を示す。図12Iは底面の鏡面リフレクタ並びに最上層の透過回折格子又は透過ホログラムを有する照明装置を示す。図12Jは底面の鏡面リフレクタ並びに上面の屈折ファセット層及び拡散器を有する照明装置を示す。図12Kは最下層の鏡面リフレクタ及び最上層の屈折／内部反射ファセット層を有する照明装置を示す。図12Lは底部の鏡面リフレクタ及び最上層の屈折／内部反射ファセット層を有する照明装置を示す。図12Mは一体型レンズ形拡散器を備えた初期リフレクタ部分を有する照明装置を示す。図12Nは層の凹凸初期リフレクタ部分を有する照明装置を示す。図12Oは偏心光結合器を有し、ウェッジ形部分に収束する照明装置を示す。図12Pは偏心光結合器、拡散器並びに凹凸形又はレンズ形リフレクタを有する照明装置を示す。図12Qは底部の鏡面性又は拡散性の反射層並びに上部の屈折層を有する照明装置を示し、図12Rは「コウモリの翼形」光学的出力を生じさせるための照明装置を示す。

図13は一体式に形成されるとともに2つの光源を用いた2つのウェッジ形部分の組合せを示す。

図14はファセット光進行方向変更層を有するテーパー状ディスク形照明装置を示す。

図15は平行な光学的出力分布を与えるように動作する照明装置を示す。

図16Aは先行技術の周囲モードLCDを示し、図16Bは先行技術の透過反射性(transflective)LCDユニットを示す。

図17はファセット光進行方向変更層及びレンズ形拡散器を有し、周囲及び活性モードにて動作する照明装置を示す。

図18は拡散バックライト上に設けられたファセット面にマイクロプリズムのアレイを有する照明装置を示す。

好ましい実施の形態の詳細な説明

本発明の一形態に基づいて構成された多層照明装置を図2に示し、概略的に符号10で示す。図1に先行技術のウェッジ11を概略的に示す。このウェッジ11において、ウェッジ11の内部の光線は入射角が臨界角($\sin^{-1}1/n$)を下回るまで面から反射する。ここで、 n はウェッジ11の屈折率である。光はグレージング角にて発散すると同時に、ウェッジ11の上面及び底面の双方から均一に発散することが可能である。

図2Aに示す多層照明装置10(以下、「装置10」と称する)は特徴的な光学屈折率 n_1 を有するウェッジ層12を備えている。「ウェッジ層」という用語は、ウェッジ形断面を有し、かつ上面及び底面が収束するあらゆる幾何学的形状を包含するように用いることにする。図2A及び図2Cに x 軸、 y 軸及び z 軸が示され、「 y 」軸は図面に対して垂直である。通常、ウェッジ層12に有用な材料は透明材であればほぼ如何なる材料でもよく、例えばガラス、ポリメチル・メタクリレート、ポリスチレン、ポリカーボネート、塩化ポリビニール、メチル・メタクリレート/スチレン共重合体(NAS)及びスチレン/アクリロニトリルがある。図2Aにおけるウェッジ層12は上面14、底面16、側面18、エッジ26及び同上面、底面及び側面に跨る厚さ t の背面20を更に有している。管状蛍光22のような光源は背面20を介してウェッジ層12に光24を入射する。光24は種々のウェッジ層面から内部にて反射され、ウェッジ層12に沿ってエッジ26方向に指向される。他の光源を使用することも考えられ、以下に説明する。一般的に、従来の光源は実質的に非コヒーレントな非平行光線を供給するが、本発明によりコヒーレントな平行光線も処理可能である。

面14及び面16が平面である場合、上面14及び底面16により線形ウェッジの1つの傾斜角 ϕ が固定される。非線形ウェッジの場合、連続角 ϕ を固定可能であり、光学的出力又は光密度を適切に調節するように非線形ウェッジを設計することが可能である。この種の非線形ウェッジについては更に詳細に後述する。

図2Aの実施の形態では、エアギャップが介在することなく、第1の層28がウェッジ層12に結合され、この第1の層28は光学屈折率 n_2 を有し、底面16に光結合されている。第1の層28の厚さは僅かな光波長から遥かに長い波長に及び、第1の層28は所望の機能性を果たすことが可能である。この結果生じるウェッジ層12と第1の層28との間の誘電インターフェースは、ウェッジ層12と周囲との間のインターフェースより臨界角が大きい。以後明らかになるように、この特徴により装置10からの光24の選択的角度出力及び平行化が可能になる。

第1の層28に結合されているのは光学的屈折率 n_3 を有する第2の層30である。この屈折率 n_3 は n_2 より大きく、実施の形態によっては n_1 より大きいのが好ましい。この構成により光24が第1の層28を離脱し、第2の層30に入射することが可能になる。図2Aの実施の形態では、第1の層28と第2の層30との間に介在するエアギャップは殆ど存在しない。図2Aに示す本発明の好ましい形態では、 n_1 は約1.5であり、 $n_2 < 1.5$ 、 $n_3 \geq n_2$ である。最も好ましいのは n_2 が1.5であり、 $n_2 < 1.5$ （約1となるように）、 $n_3 \geq n_2$ である。

このような図2に示す装置10の多層形状では、ウェッジ層12により、上面14からの反射の各サイクルタイムに対する入射角が傾斜角 2ϕ だけ（底面16の平面に対する垂線に対して）縮小する。底面16に対する入射角がウェッジ層12と第1の層28との間のインターフェースの特徴を示す臨界角を下回る時、光24は第1の層28に結合される。従って、第1の層28及びこれに連動する光インターフェース特性は、 $\theta < \theta_c = \sin^{-1}(n_2/n_3)$ という条件を満たす時、光24の通過を許容する角度フィルタを形成する。即ち、説明した臨界角は

空気とウェッジ層12との間のインターフェースの場合より大きい。従って、2つの臨界角が 6ϕ を上回るほどに異なれば、ほぼ全ての光24は上面14を介してウェッジ層12から発散する前に、ウェッジ層12と第1の層28との間のインターフェースに横切るように入射する。この結果、2つの臨界角が ϕ を下回るほどに異なれば、上面14から発散可能な光は半分以上である。2つの角度が ϕ を上回るとともに 6ϕ を下回るほどに異なれば、光の全てではないもののほぼ半分以上は上面14を貫通してウェッジ層12から発散する前に、ウェッジ層12及び第1の層28に横切るように入射する。従って、装置10はまず底面16に対して条件 $\theta < \theta_c$ が満たされるように構成され得る。次に、離脱光24（層28に入射した光）は、例えば $n_1 > n_2$ であれば第2の層30に入射する。次に、光24は第2の層30において、ウェッジ層12に結合されるとともに屈折率間の適正な関係を有する第1の層28により供給された平行光25になる。

装置10から光24を出力するために、第2の層30は図2Eに示す塗層33或いは図2B及び図2Cの双方に示すファセット面34のような光拡散手段を有している。塗層33は像又は他の視覚情報を選択的に投射するのに使用可能である。塗層33は、例えば特徴的な屈折率を有する粒子の可変分布を備えている。

適正に選択することにより、光の進行方向を変更してウェッジ層12を貫通させて周囲に戻し（図2A及び図2C中の光29を参照されたい。）、或いは第2の層30から直接周囲に出力することも可能である（図2F中の光29'を参照されたい。）。

本発明の他の形態では、関連「 n 」値を有する更なる複数の層を設けることが可能である。本発明の好ましい実施の一形態では、最低指数層の指数は開口数及び出力角に対して等式中の n_2 と置換え可能である（後述する）。このような更なる層は、例えばウェッジ層12と第1の層28との間に介在し、第1の層28と第2の層30との間に介在し、或いはウェッジ層12又は第2の層30の上部層とすることが可能である。

実施の形態の中には、好ましい幾何学的形状によりウェッジ層12を貫通して

反射して戻されることなく、光が周囲に出力される場合がある。例えば、図2F

では、装置10は透光層37を有し得る。図2Gに示すこの実施の形態の別の形態にて屈折層38を示す。屈折層38は平行出力を供給するためのフラットファセット39を有し得る。図2Gにおいて、横向きレンズ形拡散器83も極細線にて示すが、これについては以下に詳述する。拡散層83は本発明のいずれの幾何学的形状に対しても使用可能であり、図6Aに示すように、上方にウェッジ層12を有している。

図2Hに示す更に別の例では、屈折層38は所望の角度分布にわたって滑らかに拡散した出力を供給するための湾曲ファセット41を有し得る。図2Iに示す更なる例では、屈折層38は可変角ファセット42を有している。これらファセット42は出力光を適切に集束させるように、ファセットアレイにわたって位置によって異なるファセットの角度及び／又は曲率を有している。湾曲形ファセットにより、視野スクリーン全体が照明されるような低集束度の領域を生成することが可能になる。コンピュータスクリーンの照明に適用した例を以下に説明する。図2J及び図2Kに、出力光を集束させるための1つの屈折プリズムエレメント43及び一体式レンズ44を有するプリズムエレメント43をそれぞれ示す。図2L及び図2Mは光の出力分布を調節するようにファセットが角配置されたファセット面34を示す。図2K及び図2Lでは光は焦点「F」に出力され、図2Mにおいては出力は近似視野領域45上である。図2N及び図2Oは平行光又は集束された光学的出力を供給するためのフラット形反射ファセット48及び湾曲形反射ファセット49をそれぞれ示す。

図2A及び図2Cに示すように、ファセット面34は第2の層30、第1の層28を貫通させ、次にウェッジ層12を貫通させて周囲に光29を光学的に反射し、かつその進行方向を変更する。各ファセットは一部分のみ照明され、ある程度小規模にて観視した時、出力は明・暗状態を交互に呈する。通常、このパターンは望ましくないため、図2Bに示す好ましい実施の形態において、各ファセット面34の間隔サイクルは回折効果を回避するほどに大きく、かつ個々のファセ

ットが使用観視手段により検出されないほどに小さいことが好ましい。この間隔は、液晶表示装置又はCCD（荷電結合素子）アレイのような照明される装置の

特徴により、モアレ干渉パターンが生成されるのを回避するようにも選択される。間隔上のある程度の不規則性により不要な回折モアレ効果を軽減できる。通常のバックライト表示においては、約0.001~0.003インチ(0.025~0.076mm)の間隔周期により所望の目的を達することが可能である。

図2B及び図2Cにおけるファセット面34は、例えば進行方向を変更される光29が装置10から出力される角度領域を調節するように大体調整可能である。層30における出力角の最小分布は、

$$\Delta\theta = 2\phi \left[(n_1^2 - n_2^2) / (n_3^2 - n_2^2) \right]^{1/2}$$

にほぼ等しい幅を有している。

従って、 ϕ は相当小さくなり得るため、装置10は極めて効果的なコリメータとなり得る。従って、線形ファセット面34では、離脱して方向変更される光29は空中にて約

$$\Delta\theta_{air} = n_3 \Delta\theta = 2\phi (n_1^2 - n_2^2) / [1 - (n_2/n_3)^2]^{1/2}$$

だけの最小角度幅を有している。

前記のように、かつ図2H、2I、2K、2L、2M及び図3に示すように、ファセットの幾何学形状は最小角を越える角出力を調節するとともに、出力光の方向を集束させ、かつ調節するのに用いることが可能である。

種々のインターフェースからのフレネル反射も上記値を越える出力角を拡大し得るが、図2Bに示すように、1つ又は複数の内部インターフェースに反射防止膜31をあてがうことにより、この効果を低減できる。

図示した実施の形態の輝度(「BR」)はエテンデューマッチ(etendue mat

ch)により、かつ図2Dを参照することにより確定可能であり、BRは、

$$B.R. = \text{出力輝度} / \text{光源輝度}$$

或いは、 $B.R. = \text{照明領域} / \text{全領域}$

$$B.R. = [1 - (n_2/n_3)^2]^{1/2} = 0.4 - 0.65 \quad (\text{大部分の透明誘電材において})$$

と表すことができる。

例えば、ウェッジ層12はアクリルであり($n_1 = 1.49$)、第1の層28

はフルオロポリマー ($n_2 = 1.28 - 1.43$)、ゾル-ゲル ($n_2 = 1.05 - 1.35$)、フッ化物塩 ($n_2 = 1.38 - 1.43$) 或いはシリコンベースのポリマー又は接着剤 ($n_2 = 1.4 - 1.45$) であり、第2の層30はポリカーボネート ($n_3 = 1.59$)、ポリスチレン ($n_3 = 1.59$)、エポキシ ($n_3 = 1.5 - 1.55$) 又はアクリル ($n_3 = 1.49$) のようなエア-インターフェースにおいて金属化されたファセットリフレクタである。

例えば図2B及び図2Cに示すフラット形又は線形ファセット面34は、光学的出力の方向を変更するとともに、角度フィルタリング効果 (例えば、図4Dを参照されたい。) により第2の層30に結合される光 $\Delta\theta$ の角度分布を実質的に保つように、入射光24の進行方向を変更可能である。例えば、図2Lに示す好ましい実施の形態では、ファセット面34は出力光を集束させるように、位置により異なるフラットファセット角により光を反射する。図2Mでは、ファセット面34は全スクリーンが照明される様相を呈する低集束度の視野領域45を生成するように、位置によって異なる湾曲ファセット角を有している (例えば、図4F及び図4Gも参照されたい。)。同図2Mにおいて極細線にて示すのは、本発明とともに使用可能な液晶表示装置47の例である。図3A及び図3Bに更に示

すように、湾曲ファセット36も入射光24の進行方向を変更するが、ファセットの湾曲により、方向変更される光29の角出力の生成範囲が拡大する (図2Dにおけるフラットファセットと比較対照されたい。)。例えば、凹状トラフは実像を生成でき、凸状トラウは虚像を生成可能であることは周知である (例えば、図3Bを参照されたい。)。いずれの場合でも、像は所望の角度出力範囲にわたり均等に光を放射する電源電圧と等価である。この結果、この種のトラウ形ファセット36のアレイは第1の層28からの平行光25の入射形態を変更することが可能であり (図2Cを参照されたい。)、複数の電源電圧像が進路変更された光29を生成する。湾曲ファセット36の間隔を人間の眼の解像度以下に設けることにより、生成される電源電圧のアレイは観視者には非常に均一に映る。前記のように、1インチ当たり約300~500本の線又はファセットの間隔サイクルを0.002~0.003インチ (0.051~0.076mm) に選択する

ことにより、この結果が得られる。一般的なLCDでは、従来、表示視野距離は約20インチ(51cm)或いはそれ以上である。

別の効果的なファセット形状の例には、放物線状(Parabolic)、楕円状(Elliptical)、双曲状(Hyperbolic)、円形状(Circular)、指数状(Exponential)、多項式状(Polynomial)、多角形状(Polygonal)及びこれらの組合せが含まれる。従って、使用者はファセットの異なるデザインを使用することによって照明の平均輝度に関する任意の分布を形成できる。例えば、多角形ファセットは複数のピークを備えた出力角度分布を形成すべく使用可能である。

湾曲ファセットを備えたリフレクタを使用した各種の角出力に対する輝度分布の例を図4A～図4C、図4F及び図4Gに示す。図4C及び図4Eは直線状ファセット及びデیفューザ・エレメント40を有するリフレクタを使用した場合の輝度分布を示す(図2Cにおいて破線で示す)。予測性能出力を各種の角度範囲(図4A～図4C参照)について示すとともに、同予測性能出力を例えば“ウェッジ・ライト”(ディスプレイ・エンジニアリング社の商標)等の市販光源における光線の実測角出力と比較した。好ましい角度範囲は以前に ϕ 、 n_1 、 n_2 及

び n_3 を使用した式において詳述した最低角度 $\Delta\theta$ (空気)まであらゆる特定の視界及び視準条件に適應すべく変更可能である。この変更は前記したように湾曲ファセット36の曲率を図2Mに示すように連続的に変更することによって實現される。前記した垂直視角範囲(Vertical viewing angular range)の制御に加え、水平視角範囲(Horizontal viewing range)の変更は湾曲ファセット36の形状の適切な変更により實現し得る。図4A～図4Iに示す前記の角度分布は装置10を使用して光線24を開口率 $NA = (n_1^2 \cdot n_2^2)^{1/2}$ の範囲内において処理する場合に対応している。光線がこの範囲外である場合、角出力範囲の制御を補助すべく別の技術を使用できる。

更に、図9A及び図9Bは高密度で多重フォーカスされた照明出力(Tightly overlapping focused illumination output)及び更に低い密度で多重フォーカスされた照明出力(Less overlapping focused illumination output)をそれぞれ提供する光進行方向変更手段の使用をさらに示している。一般的なポータブル

・コンピュータ・スクリーン87における通常の視距離“D”が500mmである一方で、同コンピュータ・スクリーン87の垂直長さ“V”が約150mmであることを考慮した場合、これらの概念の実用が可能である。コンピュータ・スクリーン87の垂直中心から延びる垂線上の距離“D”に位置する観視者はスクリーン87の頂部において計測された-8.5度から、スクリーン87の底部において計測された+8.5度まで複数の角度においてスクリーン87の異なる範囲を視ることになる。しかし、この視角の変化は、前記のスクリーン照明を備えたシステムを使用する際に望ましくない影響を及ぼす。スクリーン87の限定された照明角度は観視者が完全な照明の施されたスクリーン87を視認し得る位置の範囲を制限する(図9A参照)。スクリーン87の中心からの角度及び距離によって観視者の位置を限定した場合、有効角度範囲は実質的に公称照明角度(Nominal illumination angle)以下に低減される。例えば、公称照明範囲が各ファセットにおける測定において±20度であった場合、有効視角は図9Aに示す一般的なフラット・パネル・イルミネータにおいて±12度まで低減される。スクリー

ン87の中心の両側における12~20度の範囲の照明は観視者にとって不均一である。

本発明はファセット面34の配向を制御することにより前記の不均一性を解消すべく使用できる。例えば、図2Mに示すように、装置10の複数層をそれぞれ形成する平面の端縁に対してフラット・ファセット面(Flat facet surfaces)が35.6~33.3度の範囲で変化するか、または同端縁に対して平行となるようにファセットの両面が連続的に回動される。スクリーン89(図9B参照)の頂部から底部までの規則正しい変化により、前記の光進行方向を変更した出力が生じる。ファセット面34は制御可能な可変照明出力分布を形成すべくディフューザ83等との組合せが更に可能である。更に、フラット・ファセット面168はディフューザ170との組合せが可能である。従って、図9Bに示すように、スクリーン89上の異なる位置において光線の角度分布を回動させる能力は、位置とともに視角の変化の補償を可能にする。ファセット面34における規則正

しい変化には、ファセットの1つ以上の角度の変化、ファセット38の間隔の変化、並びに各ファセット38の深度及び幅の変化のうちのいずれか1つが更に含まれ得る。別の実施例において、ファセットを備えた全ての光進行方向変更層からの出力をフォーカスすべく同一の原理を使用できる。この例は図2I及び図2Lに示す。

照明の不均一性を解消する別の例において、ファセット面34としてマイクロ・プリズムのアレイ (Array of micro-prisms) を従来の拡散バックライト101上に配置可能である (図18A参照)。このファセット面34では、層を通過した光線が限定された角度範囲内で環境へ出力されるように屈折及び全内反射の組合せが用いられている。この角度範囲はファセット角度に依存している。アクリル・フィルム ($n=1.49$) の場合、一般的に最大輝度は90°~100度の夾角を備えたプリズムの使用により実現される。そして、これにより約±35度の視角が得られる。このジオメトリを使用したバックライトはシャープなカーテン効果 ("Curtaining" effect) を示す。同カーテン効果は多くの観視者を混乱さ

せる。この効果はフォーカシング効果を実現すべくファセット38をスクリーンの頂部から底部まで回動させることによって改善される (図18B参照)。簡単な光線追跡により、100°~110度の夾角に対して、角度 θ だけ回動されたファセットは約 $\theta/2$ だけ回動された角度分布を形成することが確認されている。図18に示す実施例では、ファセット面の角度の連続的な変化はファセット34に沿った位置 x として変化し得るものであり、その例として以下の式が挙げられる。

$$\psi_1 = 35^\circ - (0.133^\circ/\text{mm}) \cdot x$$

$$\psi_2 = 35^\circ + (0.133^\circ/\text{mm}) \cdot x$$

この連続的なファセット角度の変化は角度分布を形成し、同角度分布はスクリーン89を横切って約10度変化するとともに、前記の一般的な制約を満たす。

ファセット面34 (図2D参照) は成形または他のフライス加工等の従来のプロセスによって形成されることが好ましい。製造の詳細を以下に示す。

非線形ウェッジ

本発明の別の形態において、一次ライトガイドであるウェッジ層12を前記した直線形状以外の形状としてもよい。これらの形状は各種の選択された光分布の実現を可能にする。他の形状は図2B及び図2Cに示すウェッジ軸“z”（小さいか又は鋭利な端縁26に向かって光入射端縁から延びる座標軸）の関数としてのウェッジ層12の厚さによって更に一般的に説明できる。直線状ウェッジでは以下の式が成立する。

$$A(z) = A_0 - C \cdot z \quad (1)$$

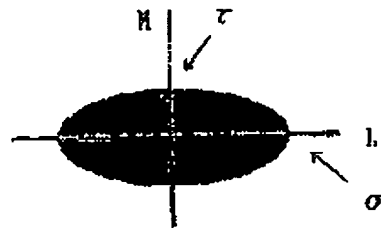
A_0 = 最大ウェッジ厚（図2A参照）

C = コンスタント = $\tan \phi$

所望の空間分布及び角度分布の大きな範囲を光出力（第2の層30に入力された出力）について実現できる。従って、この光出力は適切なファセット面34若しくは36、または拡散リフレクタ33（図2E参照）等を介して環境に出力し

得る光線である。

例えば、 L 及び M がそれぞれ x 軸及び y 軸に沿った方向余弦である場合、 L_0 及び M_0 はそれぞれ厚い端縁（ $z = 0$ ）における L 及び M の値である。この初期分布は明確に限定された角度範囲内におけるランベルト分布であり、同範囲の外側には僅かな光が存在するかまたは全く光が存在しない。理想的な非結像光学エレメントは限定されたランベルト出力分布（Lambertian output distributions）を備えていることから、この分布は特に重要である。重要な関係としては断熱不変量である $A(z) \cos(\theta_c)$ が挙げられ、同断熱不変量は $A_0 L_0$ とほぼ同一であって、かつ脱出位置（ z ）を潜在的に示す。この概念を示すために、例えば均一な照射を望んだとする。この場合、 $dP/dz = \text{コンスタント}$ となる。初期位相空間が以下の式及び図によって示される楕円を均一に満たしたとする。



$$L_0^2/\sigma^2 + M_0^2/\tau^2 = 1 \quad (2)$$

この場合、 $dP/dL = \text{コンスタント} \cdot [1 - L^2/\sigma^2]^{1/2}$ となる。しかし、 $dA/dz = [A_0/L_c] dL_0/dz$ となる。ここで、 $L_c = c \cos \theta_c$ である。従って、 $[1 - (L_c A)^2/A_0 \sigma^2]^{1/2} dA = \text{コンスタントに } dz \text{ を乗じた値となる}$ 。好ましい実施例において $\sigma = L_c$ であったとする。この結果は $A/A_0 = \sin u$ の代入により解釈され得る。従って、 $A = A_0 \sin u$ 及び $u + 1/2 \sin(2u) = (\pi/2)(1 - z/D)$ であり、 D はウェッジ層 12 の長さを示す。

単位長さ当たりの所望の出力が dP/dz である場合、ウェッジ層 12 の所望

の形状は以下の微分方程式によって決定される。

$$dA(z)/dz = \frac{-dP/dz (A_0/[1 - (n_2/n_1)^2]^{1/2})}{dP/dL_0} \quad (3)$$

ここに示す全ての場合において、出力分布はフレネル反射 (Fresnel reflections) によって変更されている。このため、出力分布はほぼ所望の形状を有する。ウェッジ装置 10 が湾曲している場合であっても、同湾曲の曲率が大き過ぎなければ、これはシステムを質的に特徴づける平均角度 ϕ を形成するのに効果的である。

本発明の別の態様において、前記の例のジオメトリはそれぞれ屈折率 n_1 , n_2 を有する 2 つの屈折媒体の間に 1 つの x , y インターフェースを含む。成分 nM , nN は x , y インターフェースを横切って維持されている。従って、 $n_1 M_1 = n_2 M_2$, $n_1 N_1 = n_2 N_2$ となる。 x , z 面への入射角度は $\sin \theta_{\text{eff}} = N / (L^2 - N^2)^{1/2}$ によって与えられる。次いで、前記の関係から $\sin \theta_{2\text{eff}} / \sin \theta_{1\text{eff}} = (n_1/n_2) [1 - M_1^2]^{1/2} / [1 - (n_1/n_2)^2 M_1^2]^{1/2} = (n_1/n_2)_{\text{eff}}$ となる。例えば、 $n_1 = 1.49$, $n_2 = 1.35$ 及び $M_1 = 0.5$

の場合、有効屈折率比は $1.035 (n_1/n_2)$ となり、同屈折率比は実際の屈折率比より僅かに大きいだけである。

空間パラメータに対する屈折率の変化

テーパー状ライトガイドの一般的なケースでは、ウェッジ層 12 の長さは z 軸に沿って延びており、同ウェッジ層 12 の厚さは x 軸に沿って延びている（図 2 A 参照）。 L 、 M 、 N がそれぞれ x 、 y 、 z に沿った幾何学的方向余弦であり、 n が空間位置とともに変化する屈折率である光学的方向余弦（ n_L 、 n_M 、 n_N ）を導入したとする。ウェッジ層 12 内に位置する誘導光線の場合、 x に沿った移動はほぼ周期的であり、1 つの周期における量 $\phi n_L dx$ は光線が z に沿って伝

搬される際にはほぼ一定である。この特性は断熱不変性と称され、さらにはライトガイド特性の分析における効果的な枠組みを提供する。

第 1 の例において、図 2 A に示すウェッジ装置 10 はウェッジ層 12 に均一な屈折率を有し、かつ幅 $A(z) = A_0 - C \cdot z$ とともに z に沿って直線状に延びるテーパーを備えている。 $L(z) A(z)$ は断熱不変性に基づいてほぼ一定の値をジグザグ状光路に沿って示す。光線が $L = L_0$ をともなう $z = 0$ から出発した場合、 $(A_0 - C \cdot z) L(z)$ は $L_0 A_0$ とほぼ同一となる。光線は $L = c \cos \theta_c$ である場合にウェッジ層 12 から出射し、前記の式において θ_c は臨界角 $= [1 - (n_2/n_1)^2]^{1/2}$ である。この結果、ウェッジ層 12 から出射するための条件は $A_0 - C \cdot z = L_0 A_0 / c \cos \theta_c$ となる。これは $z = (A_0/C) (1 - L_0/c \cos \theta_c)$ において生じる。従って、 z に現れる光線の密度は初期方向余弦 L_0 における光線の密度に比例する。例えば、 L_0 における初期分布が均一である場合、光線の密度は均一になる。

第 2 の例では、屈折率プロファイルは均一ではなく、寧ろ x 及び z において減少する。 z における減少速度が x における減少速度より遅い場合、光路は依然として周期的であり、かつ前記の断熱不変性が適用される。次いで、光線 24 が z に沿って伝搬された場合、 x 、 n_L 空間内の光路はほぼ周期的となる。従って、 $L(z)$ の最大値は増大し、 z の或る値において脱出するための臨界値に達し得る。脱出のための z 値は屈折率 (n) プロファイルの詳細に依存している。この

プロフィールが特定された場合、分析は前記の第1の例と同様に進行する。従って、放物線屈折率プロフィール (Parabolic index profile) の場合、屈折率プロフィールは $-\rho < x < \rho$ において $n^2(x) = n_0^2 [1 - 2\Delta (x/\rho)^2]$ の形式を備え、かつ $|x| > \rho$ において $n^2 = n_1^2 = n_0^2 [1 - 2\Delta]$ を備える。そして、 $x = 0$ における臨界角度は依然として $\sin^2 \theta_c = 2\Delta = 1 - (n_1/n_0)^2$ によって与えられている。 z のゆっくりと減少する関数である n_0 を有する場合、 θ_c が減少する一方で、 $x = 0$ における勾配 θ は $\oint n \, dx$ の断熱不変性により徐々に増加する。この結果、光線は脱出する。光線分布の詳細は屈折率 (n) が z

とともにいかに変化するかに依存している。

非ウェッジ・テーパ状ジオメトリ

最も一般的なケースにおいて、光線をあらゆる形状の層 (例：平行六面体、円筒または非均一ウェッジ) に入射させ得る。そして、ここに示す原理を同様に適用できる。これに加えて、光線を環境に対して出射させる手段との組合せにおいて、屈折率は適切な結果を実現すべく (x , y , z) において望み通りに変化させ得る。

例として、図5に示す半径方向 r にテーパが形成されたディスク形ライトガイド46に基づいて詳述する。円筒状極座標 (Cylindrical polar coordinates) における方向余弦は k_r 、 k_θ 、 k_z である。ガイド46内を伝搬される光線48は以下の関係を満たす。

$$\oint n k_z \, dz \sim \text{コンスタント (断熱不変性)} \quad (4)$$

$$n r k_\theta = \text{コンスタント (角度運動量保存)} \quad (5)$$

断熱不変性条件はウェッジ装置10の場合と同一である。この結果、ウェッジ装置10に関する前記の事項はライトガイド46に対しても適応される。角度運動量保存条件は、半径の増加とともに光線が光源47から外側へ向けて伝搬されるのにもなつて、 k_θ 値が減少することを必要とする。従って、光線は半径が大きくなった場合に平行となる。これは基本的にウェッジ装置10と同一の特性を形成する。そして、光線48は選択された角度で面51上に入射した際に光線

52としてz方向に沿って平行に出射する。

例示する意味において、ガイド材料が一定の屈折率 n を有するものとする。このようなジオメトリにおいて、光線48は5B-5B線に沿った2次元の縦断面に沿って前記のウェッジ装置10の場合と同様に伝搬される。同様に、別の層54, 56及び他の手段は所望の光線取扱い特性を実現すべく使用可能である。例えば、ディスク形ライトガイド46において、好ましいファセット・アレイ56はディスク46と同心をなす一連の複数の環である。従って、ファセット56の

横断面が直線状である場合、光線52は前記した装置10の場合と同様に 2ϕ に屈折率の関数を乗じた全角度 (full angle) 内において單行に出射する。

低い屈折率を備えた2つの層を有するテーパー状照明装置

図6Aに示す本発明の別の形態において、装置10は光学的屈折率 n_1 を備えた第1の層61を有している。第1の層61は少なくとも1つの入射角度 ϕ を形成すべく互いに収束する頂面62及び底面64を有している。更に、第1の層61は頂面62及び底面64を結ぶ背面65を備えている。

第1の層61に隣接して底部透明層手段などの層手段が存在する。底部透明層手段の例としては、底面64に隣接するか、または同底面64の真下に位置する屈折率 n_2 を備えた第1の中間層66が挙げられる。これに加えて、層手段は頂部透明層手段を含むことができ、同頂部透明層手段は屈折率 n_2 の第2の中間層81を頂面62に隣接して有している。層66, 81のうちの少なくとも1つは空隙、空気以外のガスが充填されたギャップまたは透明誘電性ギャップ (Transparent dielectric gap) であり得る。

空隙は従来の手段を用いて形成できる。例えば、層を張力によって支持するような外部サポート (図示略) を使用するか、またはスペーサ68を第1の層61及び隣接する光進行方向変更層70の間に配置するなどして空隙を形成できる。同様に、スペーサ68を第1の層61及び第2の光進行方向変更層82の間に配置できる。これに代えて、層61, 81を形成すべく固形材料を透明誘電体として使用できる。固形材料は構造的完全性、構造的強度及び組立易さを改善し得る。固形材料の例には、ゾルーゲル ($n_2 = 1.05 \sim 1.35$)、フッ素重合体

($n_2 = 1.28 \sim 1.43$)、フッ化物塩 ($n_2 = 1.38 \sim 1.43$)、並びにシリコンをベースとしたポリマー及び接着剤 ($n_2 = 1.40 \sim 1.45$)のうちのいずれか1つが含まれる。透明誘電体に使用する前記の固形材料は自身を支持するために別の手段を必要としない。しかし、同固形材料は自身の屈折率が空隙の屈折率より高いことに起因して更に低い開口率許容値を形成し得る。

層66, 81は第1の層61から入射した光線の伝搬を許容する。この実施例において、光線の一部は頂面62に対して最初に θ_c を形成する。そして、光線は光進行方向変更層82による更なる処理を実施すべく層81内に入射する。従って、残りの光線は底面64に対して最初に θ_c を形成し、次いで光進行方向変更層70による更なる処理を実施すべく層66内に入射する。

本発明の好ましい態様では、層66, 81の両方が存在する。層66, 81は互いに類似するが、しかし大きく異なる屈折率 n_{2a} , n_{2b} をそれぞれ有し得る。これらの屈折率は同屈折率がインターフェース62, 64において臨界角を形成した際に互いに類似すると考えられ、前記の臨界角の大きさはウェッジ角度 ϕ に類似しており、例えば以下の式で表される。

$$|\arcsin(n_{2a}/n_1) - \arcsin(n_{2b}/n_1)| < 6\phi \quad (6)$$

この場合、光線の大量、かつ不均一なフラクシオンが光進行方向変更層70, 82における更なる処理を実施すべく層66, 81のそれぞれに入射する。大きい方のフラクシオンは2つの屈折率 n_{2a} , n_{2b} のうちの高い方を有する層内に入射する。光進行方向変更層70は層66内に入射するフラクシオンのみを処理する。従って、光線の出力角分布に対して光進行方向変更層70が及ぼす影響は、屈折率 n_{2a} 及び屈折率 n_{2b} の間の関係を変化させることにより変更できる。

本発明の別の好ましい態様では、層66, 81は屈折率 $n_2 < n_1$ を備えた同一の透明材料であり得る。一般的に、 n_2 で表された低い方の値は、光入射面65における開口率を増加させることにより装置10の効率を高める。従って、層66, 81が空気または他のガス($n_2 = 1 \sim 1.01$ を備えたガス)によって充填されたギャップである場合に捕集率(Collection efficiency)を最大にできる。

層66, 81の厚さは装置10の出力空間分布を制御するか、または視覚的均一性を高めるべく選択的な変更が可能である。例えば、層18の厚さを0.002~0.003インチ(約0.05~0.08mm)増加させることにより、装置10の厚い方の端縁に発生し易い不均一性を鋭く減少できる。層66, 81の厚さは、出力された光線の所望の空間分布を制御すべく位置とともに円滑に変化させ得る(図12L参照)。

図6Aに示す本発明の好ましい態様において、光進行方向変更層70は反射層71を有している。反射層71は光線を層66及び第1の層61を介して反射する。次いで、光線は頂面62を介して第1の層61内へ入射する。そして、光線は更なる処理を受けるべく光進行方向変更層82内に入射する。例えば、反射層71は平坦な正反射リフレクタ(Planar specular reflector)、部分的若しくは完全な拡散リフレクタ(Partially or completely diffuse reflector)、及びファセット・リフレクタ(Faceted reflector)のうちのいずれか1つであり得る。

平坦な正反射リフレクタは層81内において最も狭い角度分布の形成を招来する。従って、リフレクタにおける所望の出力角度分布が単峰形である場合に、光進行方向変更層82のデザインを簡略化できる。拡散リフレクタまたはファセット・リフレクタは広範な角度分布(図4H及び図4I参照)を実現するか、または均一性(図4N参照)を高めるべく層71に使用できる。所望の角度分布が大きな“尾(Tails)”(図4I参照)を有する場合、拡散リフレクタの使用が好ましい。ファセット・リフレクタは層81内において2頂形をなす角度分布を形成できる(図4H参照)。従って、所望の出力角度分布が2頂形である場合、ファセット・リフレクタの使用が好ましい。例えば、眩しさを低減することから、室内照明では照明装置からコウモリの翼の形のような2頂形をなす分布を得ることが好ましい。

一般的に、層71の各ファセットは光進行方向変更層82による更なる処理を実施するために、層66及び第1の層61を通して反射して戻ってきた光線の角度分布を制御する形状を備え得る。装置10内における角度分布は光進行方向変

更層82から環境へ出力される光線の角度分布に影響を及ぼす。例えば、湾曲ファセットは角度分布を円滑に広げるとともに、均一性を高める拡散効果を提供すべく使用できる。反射層71は出力空間分布及び角度分布に対して影響を及ぼし得る。所望の出力分布を実現すべく反射層71の反射性、正反射性 (Specularity) またはジオメトリを位置とともに変更できる。例えば、位置に対する関数とし

ての反射層71の各エレメントの勾配 (図12L参照) における小さな変化は光出力分布を大きく変化させる。

光進行方向変更層82は屈折率 n_2 より大きな屈折率 n_3 を有するとともに、非常に透明であるか又は半透明である。低屈折層81における光は層82に入射すると、外部へ進行方向が変更される。また、透過的な光進行方向変更層82は、光進行方向変更層71の反射により処理された光の進行方向を変更し、その光は低屈折層66及び第1の層61を通過して逆反射される。層82の透明度又はジオメトリーは装置10の出力の空間的分布にさらに影響を与えるために、その位置が様々に変更される。図6Aに示すように、本発明の好ましい一実施形態において、光進行方向変更層82は低屈折層81との境界にファセット面を有している。層82に入射する光は、ファセット面85における第1のファセット84によって屈折される。そして、その光はファセット面85における第2のファセット86によって、全体的に内部から反射される。本発明の一形態において、光進行方向変更層82は3M社の商標である“透明直角フィルム” (以下、TRAFとする) であってもよく、この製品は3M社から商業的に購入できる。このTRAFは屈折作用を有し、全ての内部反射をほぼ90度屈折させ、一般的なLCDの後部ライト装置に適している。従来のTRAFの受入れ角はおよそ21度であり、その角度は低屈折層81に入射する光75の反射角を大きくするには充分な角度である。本発明のさらに望ましい実施の形態において、ファセット角は、上述した屈折機構及び全内部屈折によって、低屈折層81に入射したさらに多くの光75の進行方向を変更する。1つ又は両方のファセット84、86の表面は、反射角分布を調節するために、形成される。例えば、湾曲ファセットの使用は滑

らかに分布を広くするとともに、均一性を改善する光拡散効果を提供する。

本発明のさらに望ましい実施の形態において、光進行方向変更層 82 のファセット角の表面は、一般的な観測距離から観測されたとき、位置に基づく観測角度による変化を補償するために、次第に変化される。そのような補償効果は上記の図 2 M に示す実施の形態において、反射ファセット層の形状を参照して詳述され

ている。同様の原理は、屈折層や内部屈折層を含むいかなるファセット光進行方向変更層の形状に応用できる。そのように、次第に変化するファセット層を有する実施の形態は、図 12 E (層 140)、図 12 G (層 152)、図 12 H (層 166)、図 12 K (層 186)、図 12 N (層 210)、図 12 O (層 228)、図 12 P (層 246) に示されている。

本発明の別の形態において、層 66 及び層 81 は、それぞれわずかに異なる屈折率 n_2 及び n_2' を有している。第 1 の層及び 2 つの層 66, 81 の間の境界面と係わる臨界角が第 1 の層のコンバージェンス角 ϕ 以上にならないければ、装置 10 の主要効果は非常に似ている。

$$|\arcsin(n_2'/n_1) - \arcsin(n_2/n_1)| < \phi \quad (7)$$

従って、この場合、各光進行方向変更層 70, 82 によりさらに処理をするため、ほぼ同量の光が層 66, 81 に入射する。

本発明の全ての実施形態は、さらに図 2 C にて鎖線で示す出力拡散層 40、或いは図 6 A に示す透過な又は半透明な拡散層 83 を含んでいる。一般的に、この拡散層 40 は面ディフューザ、立体ディフューザ、又は少なくとも 1 つの円筒部 (“レンズ型列”として知られる) を有する少なくとも 1 つのマイクロレンズ列である。これらの層 40, 83 は光の均一性を向上させ、外部への角度分布を広くすることができる。レンズ型列は、表面分散体又は体積分散体と比較して後方分散が低いとともに、平行な光によって照射される際、より鋭角な出力角カットオフを有しているため、レンズ型列は有効である。また、好ましくはレンズ型列は、各円筒マイクロレンズの主軸方向に延びる上記の特徴を有する光のみを拡散する。

図 10 に示すように好ましい一実施形態において、光進行方向変更層 110 は

出力光を非常に平行にする平ファセット111を使用している。望ましい出力角分布は、y軸とほぼ平行に延びる円筒のマイクロレンズ及び適切な焦点比を有す

るレンズ型ディフューザ112を備えることにより、さらに調節される。また、レンズ型ディフューザ112はy軸の主軸方向に延びる非均一な光を拡散する。この実施の形態において、第2のレンズ型ディフューザはz軸の主軸方向に延びる非均一な光を拡散するために備えられる。この第2のレンズ型ディフューザマイクロレンズはz軸とほぼ平行に延びている(図12H及び図12N参照)。なお、ディフューザ112, 113の配置順序は光学的効果を損失することなく交換してもよい。同様に、レンズ型ディフューザ122, 113は逆に配置されてもよく、図10に示すように、ディフューザ122, 113は凸状の外形に代えて、凹状の外形に変更してもよい。このような変更は効果に若干の影響を及ぼすが、拡散層112, 113が上記の基本的な効果を奏する。

図11に示すように、別の望ましい実施形態において、平ファセット光進行方向変更層82層110及び図10にて示す平行なレンズ型ディフューザ112の作用は、ともに湾曲ファセット(例えば、図2H、図2M、図3Aを参照)を有する光進行方向変更層114によって奏される。これらのファセット曲率は光の進行方向を変え、適切な曲率面を有することにより出力角を制御するとともに、y軸の主軸方向に延びる非均一な光のためのディフューザとして作用する。1つの層に、上記の作用を結合することにより、多くの部品を減らし、厚さ、製造コスト、生産性を改善している。この形態において、1つのレンズ型ディフューザ115は、z軸の主軸方向に延びるとともに、残存する非均一な光を拡散するために備えられる。この種のレンズ型ディフューザマイクロレンズはz軸とほぼ平行に延びている。なお、レンズ型ディフューザ115を逆に配置したり、図10に示す凸状の外形を凹状の外形に変更したりすることもできる。上述したように、このような変更は効果に若干の影響を及ぼすが、層114, 115が意図したような効果を奏する。

複数のマイクロ構造層を有する全ての形態において、上述したこれらの層におけるファセットやレンズレット(lenslet)空間は望ましくないモアレ縞を避け、

不合理比率を有するために選択される。同様に、各層における特徴空間は、液晶

表示装置（LCD）又は電荷結合素子（CCD）列のように照射される装置において、不合理比率を有するために設計される。各レンズ型拡散層112、113、115は、液晶表示装置における層の間のモアレ相互作用を減少させるために、図に示す配置から約20度まで傾けられる。

同様に、レンズ型ディフューザは、仮にそのフューザの断面がほぼ図10及び図11に示すような断面であれば、くさび型の切断面を有する非くさび型ジオメトリを同様の効果とともに使用される。その一例は図5に示すような先細の円板である。この場合、図10に示す層112と相似であるレンズ型ディフューザはマイクロレンズを有し、そのマイクロレンズの軸は円板の回転軸と同心上に延びている。図10にて示す層113及び図11にて示す層115と相似であるディフューザはマイクロレンズを有し、そのマイクロレンズの軸は円板の中心軸から放射状に光を発生する。

光源及び連結器

図2A及び図2Bに示すように、本発明のより好ましい別の実施形態において、ファセット層30は光の進行方向を光学的に変えるために備えられている。ファセット34は層30又は離間したファセット層に必ず必要なものである。そのようなファセット層の作用については、上記に詳述されている。さらに、図6Aに示すように、入力ファセット層74は光源76と第1の層61との間に配置される。ファセット層74は角柱のファセット列であり、そのファセットは、外部へ出力光をより明るく、より均一にするためにコリメーティング効果を奏する。

y軸と平行な直線状の角柱は、入力開口数をより近くに合わせるため、入力角分布を調節することにより均一性を改善する。x軸と平行な直線状の角柱は横出力角分布を制限するとともに、蛍光灯の光源に使用される際、出力光の明るさを改善する。本発明の他の実施形態において、入力光の拡散は、ディフューザ79が光の均一性を改善し、光を広げて光分布を拡散するために使用して行われるの

が望ましい。ディフューザ79は好ましくは、y軸と平行な円筒型レンズレット

を伴うレンズ型列である。また、そのディフューザ79は標準の面ディフューザ、立体ディフューザまたは離散形フィルムであるとともに、或いはくさび型層61に必ず接続される。複数の角柱状フィルムまたはディフューザフィルムが結合して使用される。そのようなディフューザ79のフィルム形状とファセットフィルム74とは、効果を変化させるために配置が交換される。

本発明の別の実施形態において、内部に全反射するCPC（複数の放射状捕集器）100の絶縁部は、光源76と第1の層61との間に挿入される（図2L、図120及び図12Pを参照）。CPC部100は、入力光をさらに開口数に近く合わせるために調節する。好ましくはCPC部100は、必ず第1の層とともに形成されることが好ましい。

図7及び図8に示すように、各反射部92、94は、光源76から光管開口への光の通過量を最大にするために、形成されるとともに配置される。これは、光源76への光の逆反射を最小にすることと同じであり、光源はいくらかの反射光を部分的に吸収する。一般的に、光源76は円筒型であるとともに、透明なガラス膜によって覆われ、それぞれが図7及び図8に示すような円形断面である。そのような光源の典型的な例は、蛍光管及び長いフィラメントの白熱ランプである。光源76の外径はガラス膜93の直径と同じか、それ未満である。図7に示すように、従来技術のU字形反射部92は光源76の周囲を鏡面反射高分子フィルムで包み、そのフィルムの両端にくさび型層12を接触させることにより形成される。反射部92は一般的に、くさび型層12と対向して光源76の側面において、ほぼ円弧状に形成され、そのくさび型層12における円弧の各端部に直線部が結合されている。この反射部92をくさび型層に結合する方法は、反射部の断面が鋭角でなければ最も容易に行われる。一般的に、光源76は、ランプ効率を下げる熱的及び電気的結合を最小にするため、くさび型層12又は反射フィルムのいずれにも接触してはならない。

図8に示すように、本発明の一実施形態において、光源76への光逆屈折量を最小にすべく反射部94は効果的に設計され、光源76は効果的に配置されているため、効率が向上している。本発明の好ましい実施形態において、少なくとも

反射部94は、その反射部94の表面の各点に対して描かれる法線が、光源76の断面に対して接線となるように形成される。その結果、反射部の形状は光源76のインボリュートとなる。

インボリュートが最大の効果を奏する時、一般的に他の形状は容易に製造される。

高分子フィルムは、上記したように予め滑らかな、ほぼ半円弧を含む曲線に折り曲げられる。それは光源76の断面と半円弧状の反射部92とが図7に示すように同心状である時、見られる。そして、反射部92の半円部がすべての入射光線を光源76に逆反射させるため、効率が悪くなる。そのような効率の悪さは、自己吸収する円状の光源と同心状の半円反射部との固有性質である。この固有性質は簡単な光線追跡またはスキュー不変性の原理から分かる。反射部92が完全に円状でなくとも、光源76の断面が反射部の曲率の中心付近にあっても、その反射部92の各部は光を光源76に逆屈折させる傾向がある。

別の好ましい実施の形態において、図8にて示す反射部94の断面は一以上のほぼ半円弧を含み、反射部94の曲率の中心から光源76の中心をずらすことにより効率が向上する。光線追跡及び実験は、そのような好ましい実施の形態が、以下の設計規則を用いて行われたことを表している。

1. 反射部94の断面はx次元において、最大範囲すなわち、くさび型層12（又は光管）の最大厚さを有する。
2. 反射部94の断面は鋭角な角を有していない。
3. 反射部94の曲率半径は可能な限り大きい。
4. 光源76はくさび型層12から可能な限り遠いが、最悪の製造状態において接触を避けるために、反射部94から充分離れている。

図8に示すように、上記の設計規則を満足する結合器の一例は、内径は2 mm、外径は3 mm、くさび型層12（又は光管）の厚さは5 mm、反射部94とガラ

ス層93との間の製造誤差範囲は0.25 mmである。この例のさらに好ましい実施形態は反射部94の曲率半径は2.5 mmであり、光源76の中心はくさび

型層12の開口から0.75mmずらされている。この設計に基づいて構成される結合器は、図7に示す従来の同心状結合器と比較して、10～15%程明るいことが判明した。

先に説明した内巻きの反射部材92、及びU字状の反射部材94は、くさび層12の孔に向けて、孔の表面放線に関してほぼ±90度の角度で光を出力するように設計されている。

他の好ましい発明の実施の形態では、反射部材94は、装置10の開口数に近い角分布の光を出力するよう形成されている。

図6B、6Cに示すように、反射部材94としての形状には、複合放物光源反射器86、非像照明光源反射器88といった他の幾何学的構造物も含まれる。光源反射器88の例は、出願と同時に譲受人に譲渡された同時係属中の出願番号07/732、982の出願において詳述されており、本願は、これを参照することにより具体化される。

図6D、12C、12N、12Oには、本願に係る他の発明の実施の形態が示されている。くさび層90は、くさび状断面のいたるところにおいて非単調に変化する断面厚さを有している。この断面を制御することにより出力される光の分布を制御できることが分かっている。さらに、光学境界効果、固有光源効果は、望ましくない偏差の出力光の分布を与えるよう結合できることが分かっている。その結果、たとえば、通常、入射光を受光する厚端部の近くのくさび層90の実際の寸法として、非直線的に変化するくさび断面を与えることで、これら偏差に対する補正を行う。

これらの寸法を調整することにより、光分布全体を調整するための他の自由角を有すること、及び、あらゆる境界効果あるいは光源構造に対する補正のための仮想的な形態を与えることができる。さらにまた、光分布を改善し、また所望の光分布出力を与えるために光の入力偏差を補正する前述の方法により、くさび層

90の屈折率を変更することができる。

照明装置の製造

本願の一発明の実施の形態では、装置10の製造は、選択された接着剤及び積

層プロセスを注意深く使用することにより達成される。たとえば、屈折率 n_1 のくさび層 12 は、屈折率 n_2 の第 1 層 28 と接着により接合され得る。接着層 60 (図 3B 参照) は、第 1 層 28 の上側表面に液状のまま塗布され得る。そして、第 1 層 28 は、くさび層 12 の底面 16 と接着される。一般的に、各層の接着の順序は、どのような順序であっても良い。

層 12 を層 28 及び他の層に接触させる際に、製造プロセスは、実質的に平滑な界面の表面である内側層界面の構成を好適に適応させる。もし、適切に準備されていない場合には、異なる屈折率を有する層の間の各界面が、特有の臨界角を備えた反射面として機能するので、そのような内側層は性能に不利な影響を及ぼすおそれがある。もし界面の表面が実質的に平滑であるならば、平坦でない表面の不利な効果は無視し得る。その結果、装置 10 の様々な層の積層化を実現する際には、方法論は、上記した平滑な界面層を与える接着剤及び接合技術を用いるべきである。積層プロセスの例は、付加的な接着層を用いないで制限的に接合し、一の層に薄膜を接触させ、接着層を伴う第 2 層を薄膜に接着し、2 つの接着層を伴うフィルム層を接触させる (各層表面は、他の層と接合されている)。

好ましい発明の実施の形態では、積層化は、ポテンシャル界面のばらつきが光分布を歪ませるであろう、いかなる付加的な内側層をも用いることなく行われる。装置 10 に関する幾何学的配置の例は、くさび層 12 と第 2 層 30 との間の層が液層であり得る。この方法は、第 1 層 (たとえば、液層) が接着剤として作用する場合に、最もよく機能する。接着剤の養生は、装置 10 の各層の一部、あるいは全部が互いに接合される前、あるいは後のいずれかを選択することができる。光学界面は、くさび層 12 の下側表面と第 2 層 30 の上側表面とによって区画される。

他の発明の実施の形態では、被膜は接着層と共に用いられ、第 1 層 28 は、第 2 層 30 に塗布された被膜となり得る。そして、被膜されたフィルムは、被膜されたフィルムとくさび層 12 との間に接着剤を塗布することにより第 2 ステップにおいてくさび層 12 に対して積層され得る。連続フィルムロールの形で供給されることが一般的であるから、低屈折率被膜は、直接くさび層 12 に塗布するよ

りも、第2層30に塗布することが好ましい。実際の製造時には、このような連続フィルムロールによって覆うことは、個別片のフィルムによって覆うよりもコスト面でより効果的である。この方法論によれば、塗布されることにより形成される低屈折率層の厚さを簡易に調整することができる。

他の発明の実施の形態では、第2層30が追加の接着剤を用いることなく直接、第1層28と接着する方法によって形成されている。たとえば、第2層30は、高分子材料を第1層28に塗布し、それから、所望の幾何学的配置を得るためにこの材料を除去することにより形成される。他の例では、第1層28は、第2層30にエンボス加工が施されている間に搬送フィルムとして供給され得る。適切な温度によってエンボス加工を実行している間に、第2層30は、第1層28に熱融着する。このような熱融着は、従来のFEPを第1層フィルムとして用いた場合には、約500°F以上でエンボス加工を行うことにより実現することができる。

さらに1枚のフィルムと2つの接着層を用いる他の発明の実施の形態では、第1層28は、押出成形され、あるいは、2種類の界面間に接着層を用いることにより、くさび層12、または、くさび層12と第2層30間に積層されたフィルムを除去することにより形成される。前述した光散乱による不都合を最小限にするために、接着層は平らで、平滑であるべきである。フィルムは、高くない形で、工業的に得られる低屈折材料として得られる。付加的な接着層は、各層の間に接着剤を有する多層構造の効果によって、強度を増すことができる。

一般的に接着剤を使用する際には、くさび層と第1層の間の接着剤の屈折率が第1層28の屈折率に可能な限り近似している時に装置10の性能は最適化される。くさび-接着層の界面における臨界角が可能な限り低い場合には、光は装置10をでていく前に低屈折率フィルム界面において反射した最小の影響を受ける。加えて、第1層フィルムの表面における屈折率の変化は、フィルム表面の粗さ効果を減少させることにより最小化される。

切子面（ファセット）のある表面の製造は、原型として用いる精密機械加工によって得られるモールドによって達成される。機械加工は、適切に形成されたダ

イヤモンド工具を用いて設定に基づいて実行される。原型は、電解法、または、鋳造といった公知の技術によって複製することができる。それぞれの複製のステップは、所望の表面形状と反対の表面形状を生み出す。モールドまたはモールドの複製の結果は、第2層30における所望形状のエンボスの形成にも用いられる。直接、線織面を用いることもできるが、上記したエンボス形成の方法が好ましい。公知のフライスプロセスは、化学エッチング技術、イオンビームエッチング、レーザビームフライスを含む。

他の機械製造方法では、ファセット表面34（たとえば、図2B、2M参照）は、エンボス、鋳造、所望のファセット表面34のプロフィールと逆の表面を有する硬工具を用いた溶接プロセスによって製造される。この結果、製造上の問題は、適切な型による機械加工によって減少する。一般的に、機械加工により得られた型は、鋳造、エンボスプロセスにおいて用いられる型を形成するためのテンプレートとして用いられる。型は通常、電解法によって複製される。電解法は表面プロフィールを逆にするので、また電解法は他の電解法により形成されるので、いくつもの逆型が得られ、よた、直接機械加工されたマスクは、ファセット表面3Aまたはその逆表面の形状を有する。

ファセット表面34のための型作りは、切削工具とワークとの間の距離が所望のプロフィールに沿って変更されるシングルポイントダイヤモンド加工によって製造することができる。ダイヤモンド切削工具は、非常に鋭利である必要があるが、潜在的に所望のプロフィールを形成し得る必要がある。与えられた形態は、

切削工具の0でない半径に適合させるために詳細な調整が要求される。もし湾曲ファセット表面が必要な場合には、円形アークが製作を簡単にする上で好ましい。切削工具は、切削された基盤を介して移動させられ、また、ほぼ工具の形を有する溝を切削する。すべての片が単一のダイヤモンド工具によって加工されることが好ましい。この方法が焦点型のファセット表面の形成に用いられる際には、可変溝プロフィールは、種々の溝プロフィールが同一の工具によって加工され得るように形成されるべきである。必要な形態のバリエーションは、ツールの角度、溝の配置、溝の深さを変更することによって得られる。要求された形のあり

ーションは、工具の角度を変更することにより、及び溝の配置及び深さを変更することにより実現できる。

ファセット表面34の形態はいくつかの一般的な制約を満足させることが好ましい。

1. 照射角度分布の中央において位置関数としてほぼ線状の変化。一般的なコンピュータ画面の上辺から下辺までの11度の角度変化(±5.5°)が効果的。

2. 出力された光の可変角度分布の幅は、見る者に対してほぼ均一の照度を与えるために、局所的な照度がほぼ均一であるべきである。以下に示す例は、空間分布がほぼ単一なので、角度コーンがほぼ単一の幅を有している。

3. 各ファセット38の溝間隔は、非屈折効果をさけるため十分大きく、あるいは、十分不規則であるべきである。また、LCDパネルとともに用いられる際にモアレをさけることができるよう選択されるべきである。現実には、これら制約が空間的バリエーションの許容を制限する。

たとえば、装置10の製造の際には、視角は各ファセット38の傾き、屈曲に依存している。焦点あわせは、位置関数としてのファセット構造の回転によって実行される。500mm離れたところから150mmスクリーンを見る例では、照射コーンは上辺から下辺まで17度(±8.5度)だけ変化させられる。一般

的な材料としては、アクリル、FEPがスクリーン89(図9B参照)の上辺から下辺まで5.7度だけ回転するファセット構造であることを要求する。

意図された制約は、単一の工具による可変湾曲溝加工の必要性和制限(1)-(3)が結合されたときに得られる。たとえば、一定の切削深さにおける一定角度幅の維持(制約(1))は、溝の配置あるいは溝の深さにおける変化の補正を要求する。溝を工具によって切削したときには、各湾曲ファセット(図2M参照)の一部は、近接するファセットの上側エッジの陰に覆われるので、特に、溝配置の線形変化は、照度のばらつきを無視できる程度まで低減することができる。この配置の変化は、制約3を満足させるよう充分小さくなる。

さらに製造方法は、第1層28の蒸着、スパッタリング、イオンビーム打ち込

みを含む。この層は、前述したように極めて薄いので。同様に、第2層30は、図2Bに示すファセット層30（マスキングと層析出による）を形成するように調整可能である。

（簡易コリメータ装置としてのくさびライトパイプ）

最も一般的な発明の実施の形態では、くさび層12は光学要素として結合の環境として機能する。実質的な透明なくさび層12は、光学屈折率 n_1 を有しており、また、徐々に集まる少なくともある傾斜角 ϕ に収束するよう設置された上側表面14と下側表面16を有している。くさび層12は、また、上側表面14と下側表面16とにかかる裏側表面20を有している。くさび層12は、空気ギャップを含み屈折率 n_2 の透明な第1層28に隣接している。第1層28は、第2層30のファセット表面34のような反射層に隣接している。

実質的に非平行な光は、裏側表面20を通して光源22に導かれる。光は、くさび層12内に伝達され、各光線は、入射角が臨界角 θ_c 以下となることでその上側表面14及び下側表面16に関する入射角を減少する。一旦、入射角が θ_c 以下となると、光線は外部環境に現れる。下側表面16を介して現れた光線は、反射によって再びくさび層12に戻され、そして外部環境に現れる。上述した角濾過効果の効果により、出力光はコーンの角度幅と平行にされる。

$$\Delta\theta = 2\phi^{1/2} (n^2 - 1)^{1/2} \text{ (フレネル反射は、}\Delta\theta\text{を増加させる。)} \quad (8)$$

照射範囲99は、くさび層12の端部を越えて、また、実質的に上記規定された幅 $\Delta\theta$ のコーンの内部に位置している。

他の好ましい発明の実施の形態では、光進行方向変更手段は、くさび層12の端部を越えて、また、実質的に上記規定された幅 $\Delta\theta$ のコーンの内部に位置し得る。光進行方向変更手段は、レンズ、平面反射器、湾曲反射器であってもよい。光進行方向変更手段は、光を照射範囲に向けて反射、あるいは、屈折させる。さらなる詳細及び光進行方向変更手段、レンズ状拡散器の使い方をいかに述べる。

2つのエアギャップ、もしくは透明な誘電層を有する図6の各実施の形態においては、光の進行方向変更層は独立している。従って、違う種類の層を有する装置を構成することができる。例えば、光が装置10の両側から放射される場合、

もしくは最高視準が望まれる場合には2つの透過光進行方向変更層を使用することが望まれる。2つの光進行方向変更層に関する全ての発明において、光進行方向変更層82は図12にある次の例を含むことができる。(a)図12Aにあるように、回折格子120、もしくはホログラム122。(b)図12Bにあるように、ディフューザー126を有する2つの屈折ファセット層。(c)ウエッジ層12からの光出力を屈折するとともに内部反射するように形成されたファセット130を有する2つのファセット層128。このようなファセット130は屈折のみの場合と比較して光の出力をより大きな角度で曲げることができる。(d)2つの屈折単独ファセット層132(プリズム)。(e)焦点合わせ用の湾曲出力面136を有する屈折単独ファセット層134を備えたウエッジ層12の最上面光進行方向変更層。下面138は、ファセット層140を使用して、光を屈折及び内部反射するための光進行方向変更層を含む。出力光142をFにて焦点合わせするためにファセット角度は位置に変えられる。(f)屈折ファセット層146及び光を狭い角度で出力する屈折/内部反射層148からなる最下部光進行

方向変更層を含む最上面光進行方向変更層144とディフューザー層150を加えることにより光出力角度配分の広がりを円滑にすることができる。(g)出力角度配分を拡散するために凸状に湾曲された屈折面154を有する屈折/内部反射ファセット層152の最上面光進行方向変更層。ファセット角度は位置により変更することができるため、有限の距離がある位置において好ましい視覚区域を形成するために、選択的に光出力の円錐の進行方向を導くことができる。この配置は更に湾曲されたファセット層152により取り除かれない不均一性を拡散するための横向きレンズ形ディフューザー156を含むことができる。最下部光進行方向変更層は、制御された状態にて光出力角度の配向を拡散するために凹状に湾曲された反射面160を有する屈折/内部反射ファセット層158を含む。(h)出力角度配分を制御された状態にて広げるとともに、不均一性を向上させるための湾曲されたファセット164を有する屈折ファセット層162を含む最上光進行方向変更層。狭角出力のための平なファセット168を有する屈折/内部反射

ファセット層166を含む最下部光進行方向変更層。ファセットの幾何学的配置は、有限な距離のある位置において出力光を焦点合わせするために位置により変更される。平行なレンズ形ディフューザー170は、制御された状態にて出力角度を円滑に広げ、不均一性を向上させるために使用することができる。仮想線の透明なイメージはレンズ形ディフューザーにプリントもしくは粘着されている。横向きレンズ形172は平行なレンズ形ディフューザー170にて取り除かれない不均一性を拡散するために使用される。焦点が合わされた平らなファセット層166とディフューザー170の組み合わせにより、焦点の合わせられた湾曲ファセットと同様に、有限な距離のある位置において好ましい視覚区域が形成される。また、図に示されたLCD要素173（仮想線）は、照明を目的としたこの装置10やこの装置のその他のあらゆる形態に利用することができる。

他の構成として、1つの透過光進行方向変更層及び1つの反射光進行方向変更層を利用することができる。これらは、上述した多種の透過光進行方向変更層と反射光進行方向変更層との組み合わせである。反射光進行方向変更層は正透過、

部分拡散、拡散、ファセット状、或いはこれらの何れかの組み合わせであってもよい。これらの構成は片側からのみの光の出力が好ましい場合、もしくはコストを最小限にすることが重要である場合に使用される。このような構成の例として次のものがある。（i）最上層透過回折格子、もしくは透過ホログラム176と最下面正透過反射材174との組み合わせ。（j）ディフューザー182（図12Jにおける仮想線で示されている）及びその中に介在するイメージ形成層171を有する最上面屈折ファセット層180と最下面正透過反射材178との組み合わせ。（k）最上層屈折／内部反射ファセット層186を有する最下部層正透過反射材184。ここでは、ファセットの幾何学的配置は、有限な距離にて出力光を焦点合わせするため、位置により変更される。ディフューザー188は仮想線にて示されている。（1）最上層屈折／内部反射ファセット層192を有する最下部層正透過反射材190。ここでは、制御された状態にて光の出力角度を円滑に広げ、不均一性を向上させるために湾曲されたファセット194が使用される。光の出力空間分配に影響させるために、ウェッジ層12及び最上面と最下面

との低屈折率層196（即ち、エアギャップ）の厚さは変更される。（m）最下部反射材198は不均一性を向上させるために部分的に正透過であり、部分的に拡散されている。内部レンズ形ディフューザー200を加えることにより制御可能となる初期反射区域が図12Mに示されている。ディフューザー200は厚い方の端の近くで、ほぼy軸の方向に沿って現れる不均一性を選択的に減少させるために形成されている。屈折／内部反射するとともに湾曲された反射面を有する最上光進行方向変更層202も含まれている。（n）不均一性を向上させるために部分的に正透過であり、部分的に拡散された最下部反射層204。図12Nに示すように、正透過性を減少させるために初期反射区域は若干荒くされている。このことにより、厚い方の端208の近くに不均一性が現れるのを回避している。平らなファセット層212により屈折／内部反射する最上光進行方向変更層210が使用される。有限な距離のある位置の共通焦点へ光を各ファセットから進行方向を変更するためにファセットの幾何学的配置は変更される。横向きレンズ

形ディフューザー213は仮想線にて示されている。平行なレンズ形ディフューザー214は制御された状態にて出力角度配分を円滑に広げるために使用され、平らなファセット層212の焦点区域をより広い好ましい視覚区域に変換する。レンズ形ディフューザー213は不均一性をも向上させる。LCD表示装置216またはその他の透明なイメージは仮想線にて示されている。（o）好ましい実施の形態では偏芯カップラ218は、図120の仮想線に示される不均一性を向上させるレンズ形ディフューザー220を利用する。収束テーパー部222、つまりCPC（ウェッジ層と一体）は出力角度配分をウェッジ層12の入力NAに更に近づけさせて一致させるため出力角度配分を変換させる。ウェッジ層12の厚さは出力空間配分を影響させて不均一性を向上させるため円滑に変更される。最下部最配向層224は正透過、もしくは部分的に拡散された反射材である。最上光進行方向変更層226は、制御可能な状態にて出力角度を円滑に広げる凸状に湾曲された反射面230を有する屈折／内部反射のファセット層228である。ファセットの幾何学的配置は、有限距離のある位置において、好ましい視覚区域232を形成するため、各ファセットから選択的に光の円錐の進行方向を導くた

めに位置により変更される。横向きレンズ形ディフューザー234は仮想線に示されているLCD表示装置236或いはその他の透明なイメージも仮想線に示されている。進行方向変更層及び低屈折率層はより収束された区域の上方に重ねられる必要がないため、より収束されたNA一致区域はファセット光進行方向変更層との組み合わせにおいて有利である。従って、装置10の入力開口（つまり効率）は装置全体の厚さの増加を最小にして増加される。（p）LCD背面照明の別の好ましい実施の形態としては、図12Pの仮想線に示される不均一性を向上させるディフューザーを有する偏芯カブラを利用する。収束半テーパー部240、もしくは半CPC（ウエッジ層と一体）は、ウエッジ層12の入力NAをより一致させるためカブラ出力角度配分を変換させる。ディフューザー239（仮想線）は光源217とウエッジ層12との間に介在させることができる。効率的に円錐状に形成された半CPC240は単なるテーパー部である。部分的に正透過であり、

部分的に拡散された最下部反射材242は不均一性を向上させるために利用される。図12Pは、正透過性を減少させるために若干荒くされたか、或いは、平行な反射溝が形成された初期反射部244を示す。これにより厚い方の端の近くに現れる不均一性が選択的に減少される。最上光進行方向変更層246は屈折／内部反射ファセット層248であり、制御可能な状態にて出力角度を円滑に広げるため凸状に湾曲された屈折面250を有する。ファセットの幾何学的配置は、有限距離のある位置において、好ましい視覚区域を形成するため、各ファセットから選択的に光の円錐を導くために位置により変更される。横向きレンズ形ディフューザー252は仮想線に示されている。仮想線に示されているLCD表示装置254、或いはその他の透明なイメージも含まれている。

進行方向変更層及び低屈折率層はより収束された区域に上方に重なる必要がないため、より収束されたNA一致区域（例えば半テーパー部240）はファセット光進行方向変更層との組み合わせにおいて有利である。従って、装置10の受光開口は全体の厚さを増さないで増加される。この利点は図120に示された完全テーパー部222にも享受されている。しかしながら、図12Pの半テーパー部24

0と比較すると、等しいNA一致効果のためにテーバ方向においてより長くなるものの、厚さがより大きく減少される。不均一性を向上させるために最上面低屈折層をより厚く形成することが可能なことにより、図のように、片側に厚さの減少を集中させることができる。コーナーに反射フィルムを折り曲げることなく、最下部反射層をカブラ反射空間と一体にすることができるため、この形状はより簡単に製造することができる。(q)更に別の形態(図12Q参照)で最下部正透過、または、拡散反射層256を単一ファセット屈折の最上層258と組み合わせることができる。(r)内部照明として使用する場合、2方式の「こうもりの翼」の角度のある光配分260が好ましい。図12Rでは、ファセット264を有する最上屈折層262が示されており、出力角度を広くして不均一性を向上させるための湾曲前面266を備え、出力光が基本的に前の象限に配向される。下部反射層268は基本的に最上光進行方向変更層の後面を通して光を反射し、

出力は後ろの象限へ実質的に配向される。

この発明から明らかなように、各図に示された種々の要素はテーバ状の照明装置の要素と組み合わせて使用することができる。このような組み合わせの構造の2つの例が図13及び図14に示され、これら各図はそれぞれの構造に含まれる構造を示す。図13に示すように、2つのウエッジ276を組み合わせて一体的に形成することができる。この組み合わせは2つの光源から同じ箇所に光が供給されるのを許容するため、同じ大きさを有する単独のウエッジより明るい光度を提供することができる。この装置において、光度が高くなるものの、2つの光源は1つの光源の倍の力を必要とするため、効率は同じである。図に示すように、ファセット274を有する光進行方向変更フィルム272は、両側から光を受けられるよう、単一で対称的な形状であってもよい。逆に、光進行方向変更フィルム272は蝶のそれぞれの羽根として異なった形状であってもよい。

図14は、図5と同様にテーバ状のディスク270を立体的に示していて、種々の層の形状を示している。ファセット光進行方向変更層280はテーバ状の光パイプ部分284の上方に重ねられた同心の円形ファセット282を含む。元源288のすぐ上において、光パイプ部284における空間の上方に重なるように

光進行方向変更層280はレンズ状（例としてフレネルレンズ280が示されている）に形成される。光源288のすぐ下に反射材290が位置決めされ、光が漏れるのを防止するとともに、光を光パイプ部284もしくはレンズを通して進行方向を変更する。少なくとも1つの開口が反射材に備えられ、ワイヤや光パイプのような要素の通過を許容する。

イメージ或いは色彩層の使用

本発明の実施の形態は全て、イメージを形成するため可変透過を有するか、角度のある出力の少なくとも一部に色彩を伝達する1つもしくは複数の層を利用することができる。イメージ形成層は従来の透明な表示装置のような静電イメージ、

もしくは液晶表示装置のように選択的に制御されたイメージを含むことができる。イメージ形成層、もしくは色彩伝達層は、光進行方向変更層の上方に重ねることができる。或いは、低屈折率層とそれに対応する光進行方向変更層もしくは光進行方向変更層の内部要素の間に中間層を含むことができる。例えば、上方に重ねられたイメージ形成層129は図12C及び図12Gの仮想線示されている。内部イメージ形成層171の例は図12H及び図12Jに示されている。

1つの実施形態において、イメージ形成層（例えば129と170）は分散ポリマー液晶（PDL C）層である。層の適当な配置により、出力角度配分の選択された部分内において装置からイメージもしくは色彩は投影が可能である。イメージもしくは選択色彩は出力角度配分の残りの部分から実質的に欠如していてもよい。

LCDパネル照明用の2方式反射ウエッジ

用途によっては外部の光もしくは動的な背面照明により選択的に単独のLCDパネルを照明することが望ましい。これらの用途において表示装置による電力消費を最小限に抑えるため、明るい環境では外部照明が選択される。適当な表示装置の質を供給するのに環境照明が不足している場合には動的背面照明が選択される。この選択的な2方式操作モードは動的モードにてLCDを十分背面照明することができるとともに、もう一方の外部モードにて外部の光を十分に反射するこ

とのできる背面照明ユニットを必要とする。

最も広く普及している二方式液晶表示装置としては、図16Bに示す「透過反射装置」101がある。この装置では従来の背面照明102及び部分的に透過性、部分的に反射性のある中間層104を有する透過性LCDパネル103を使用している。適当な外部モード性能を発揮するには、特に中間層104が80%から90%の反射性を有することが必要である。その結果、透過性が低くなる透光反射装置101は動的モードにおいて、その性能を十分に発揮できなくなる。

図17においては、別の実施形態が示されている。この実施の形態は従来の透過反射装置と比較して、動的モードにおいて優れた性能を発揮し、外部モードにおいてほぼ同様の性能を発揮する。この実施形態においては最下部面16を有するウエッジ層12（屈折率 $=n_1$ ）は屈折率が $n_2 < n_1$ の透明層28に連結される。透明層はエアギャップであってもよい。 n_2 層は部分拡散反射層105に連結される。この反射層105は好ましくは、例えば、図16Aに示す外部モードのみに使用される従来のLCDパネルに使用される。 y 軸とほぼ平行なマイクロレンズを有するレンズ形ディフューザのようなファセット光進行方向変更層106がウエッジ層最上面14の上方に重ねられている。液晶表示装置パネル107はファセット光進行方向変更層106の上方に重ねられている。ウエッジ層12の後面20は光源22に連結されている。

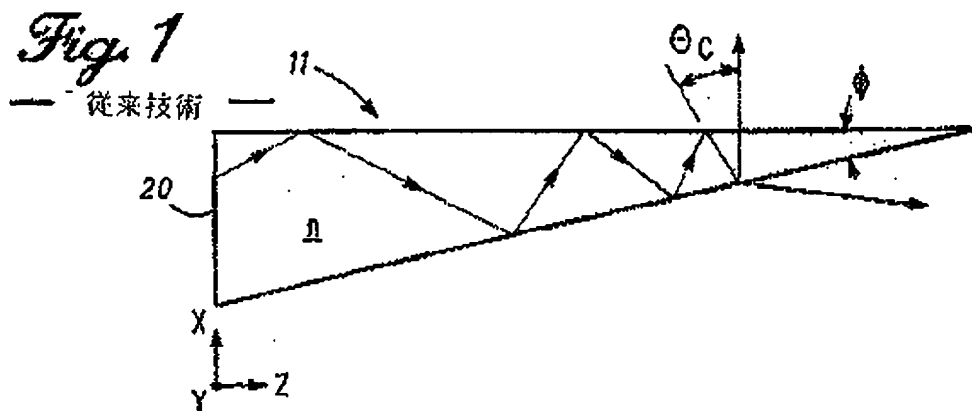
外部モードにおいて、装置10は従来の外部モードのみの表示装置とほぼ同様な状態で機能するように、レンズ形光進行方向変更層106とウエッジ層12は入射及び反射光に対してほぼ透明である。動的モードが選択されると、光源22は点灯されるとともに、前述のように層の屈折率と収束角度との関係により複数の層は装置10においてほぼ均一に光を拡散させる。その結果として起きる均一な照明はウエッジ層12の最上面14から放射される。好ましい実施形態においては、外部モード性能を最高にするため反射層105はほぼ正透過である。この好ましい実施形態では、最上面から放射される光は、グレージング角で多くが放射され、LCD表示パネル107による透過に適しない。前述のように、光進行方向変更層106は、屈折及び全内部反射の組み合わせによりこの光の一部の進

行方向を変更させる。光進行方向変更層106は、光の10%から20%がLCD法線に対し30度以下の角度に進行方向が変更される。その理由は、この角度範囲においてLCD透過が最も高いからである。従来の透過反射表示装置は動的モードにおいて十分に機能しないため、背面照明の一部のみを適当な角度に導けば十分である。

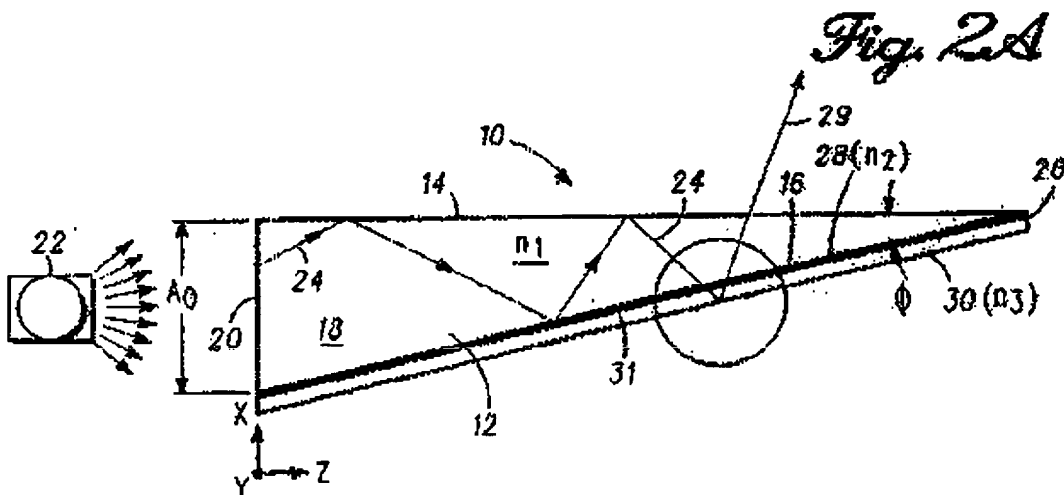
本発明の好ましい実施形態が詳述されてきたものの、クレームにある発明の範

囲から逸脱しない範囲において変更が可能であることは当業者において明白である。

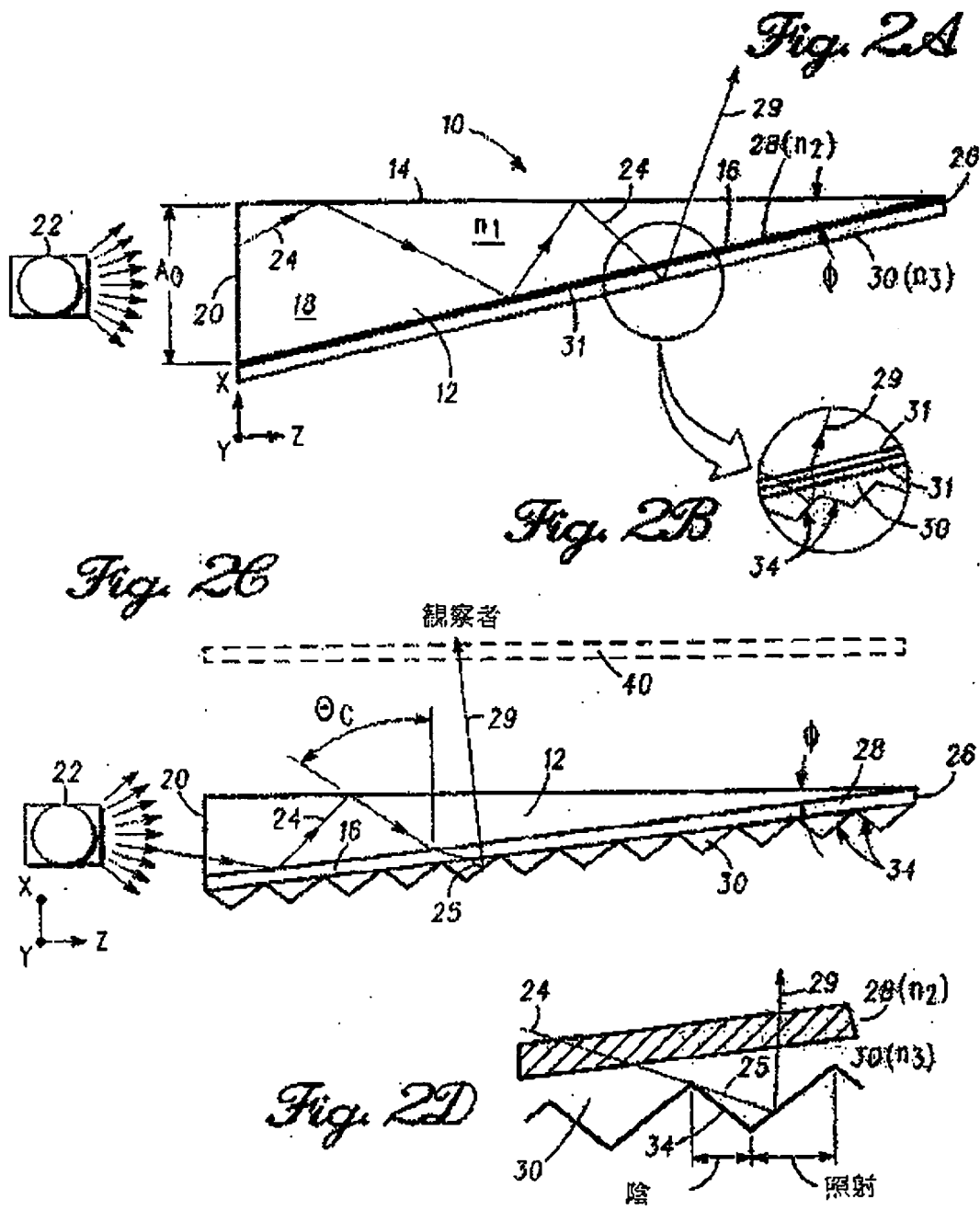
【図1】



【図2A】



【図2】



【図2】

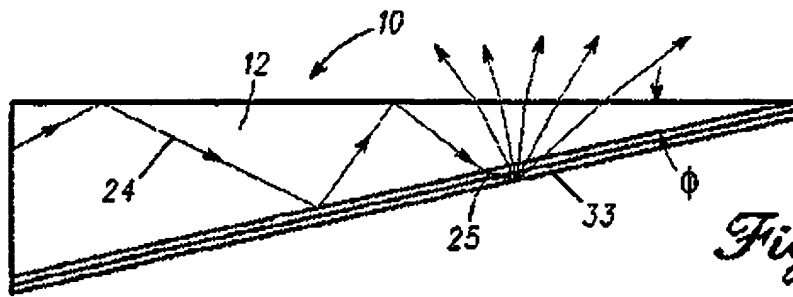


Fig. 2E

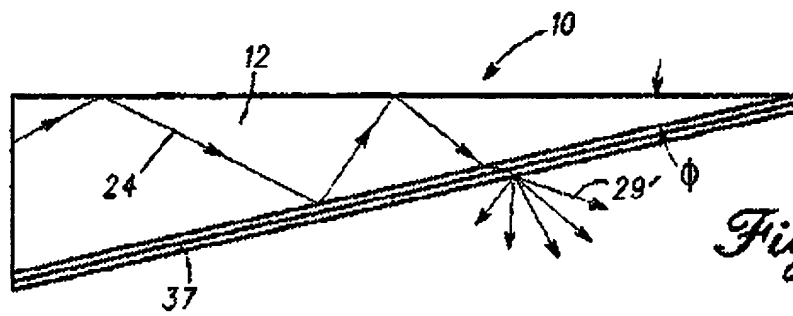


Fig. 2F

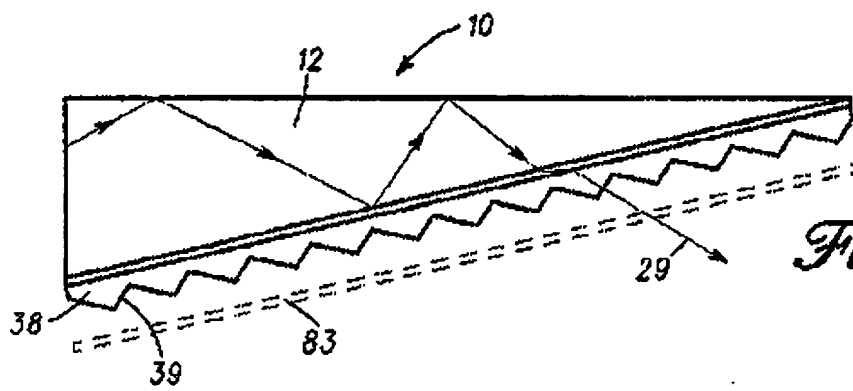


Fig. 2G

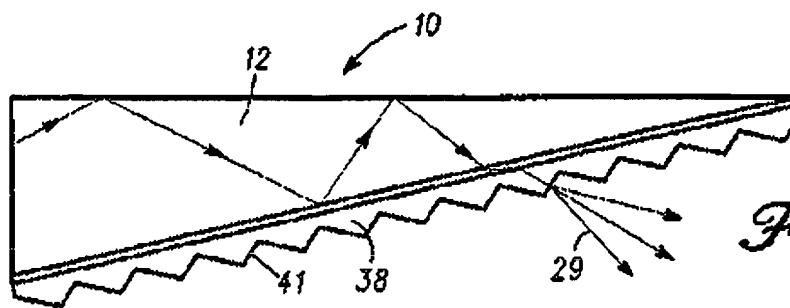
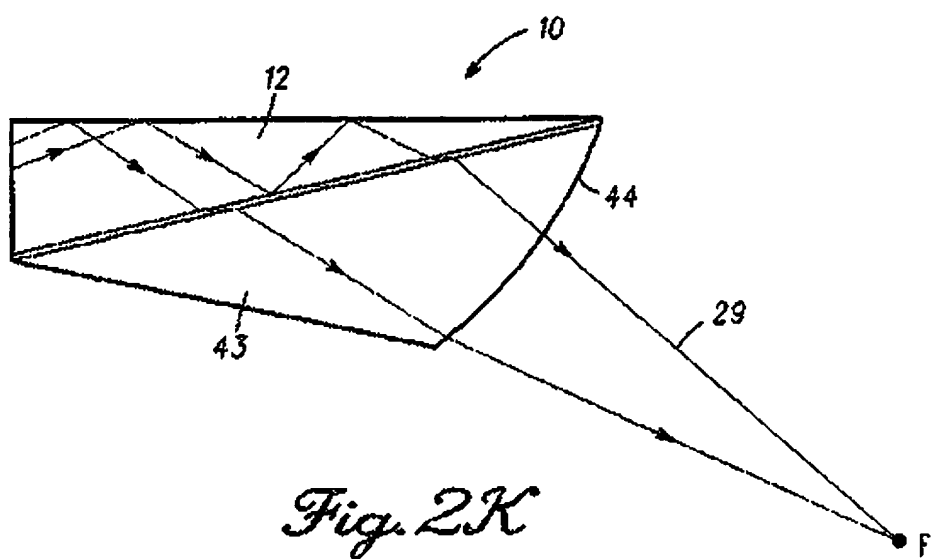
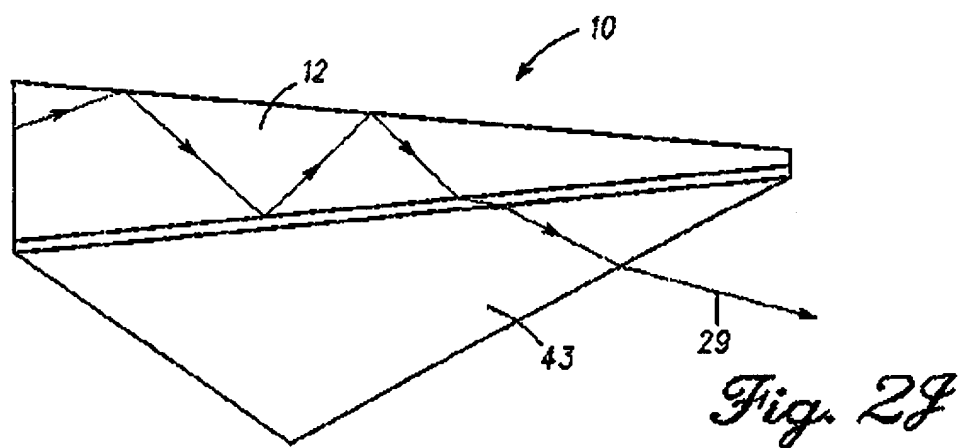
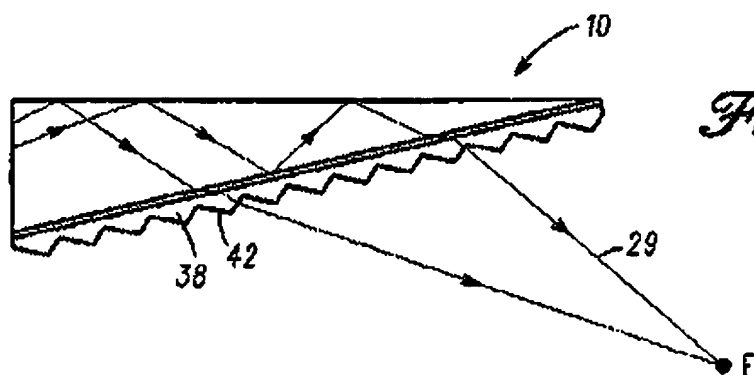
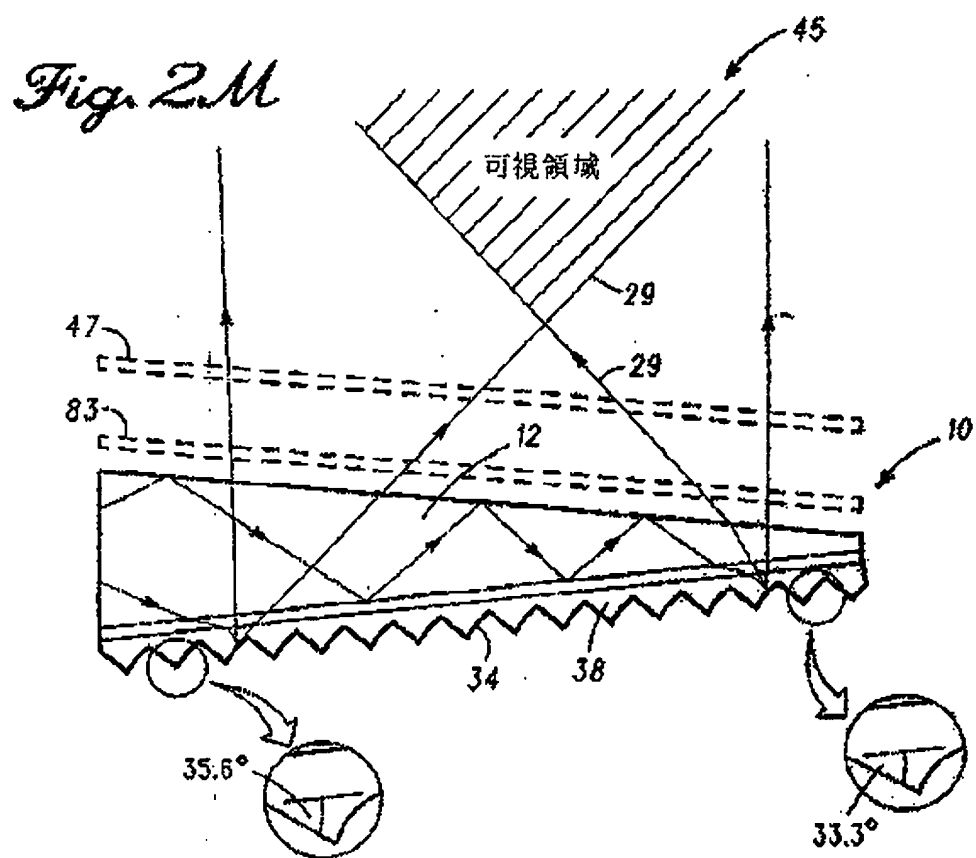
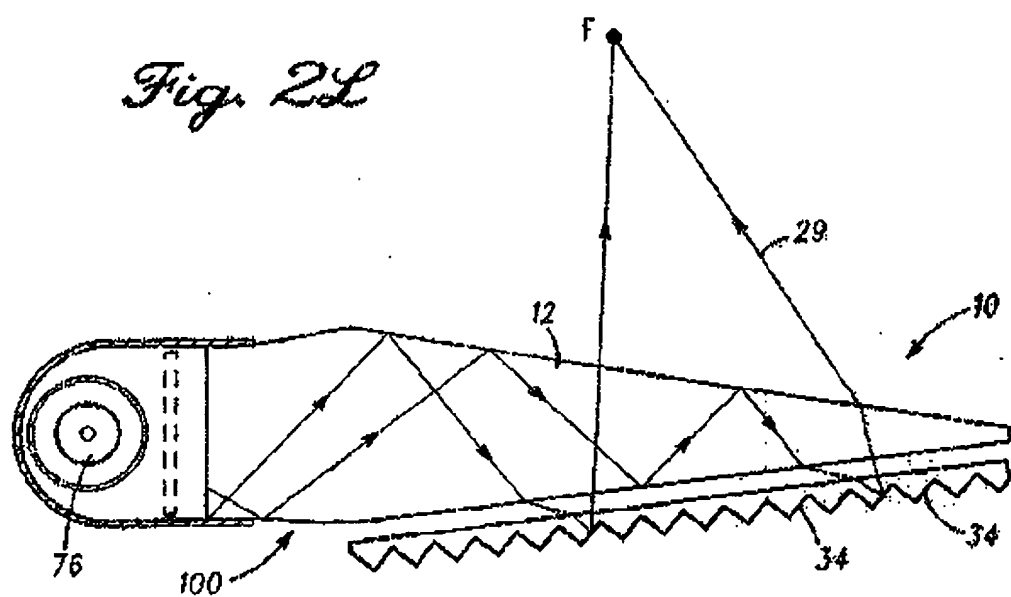


Fig. 2H

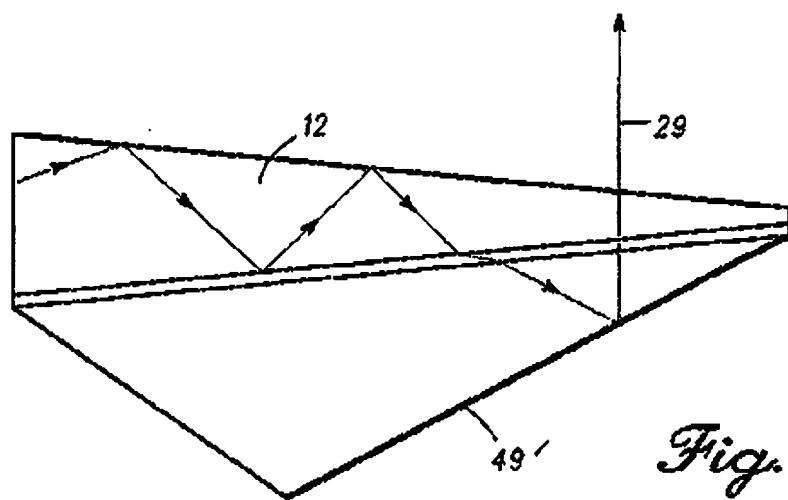
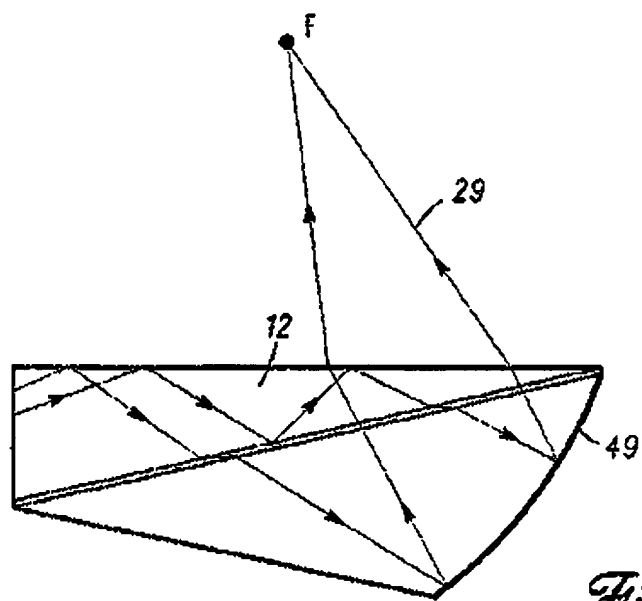
【図2】



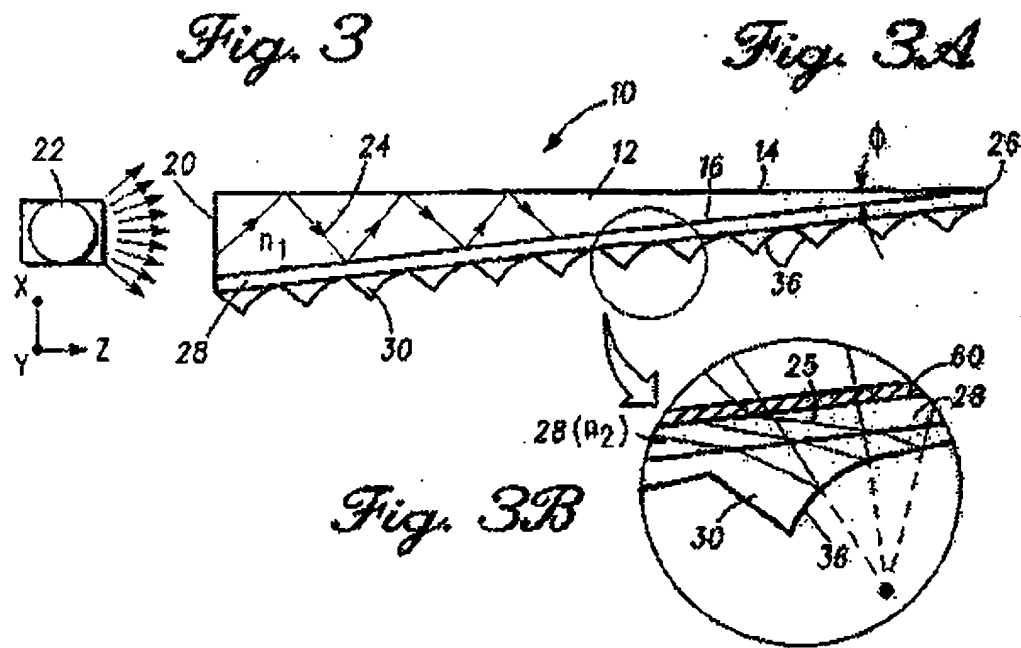
【圖 2】



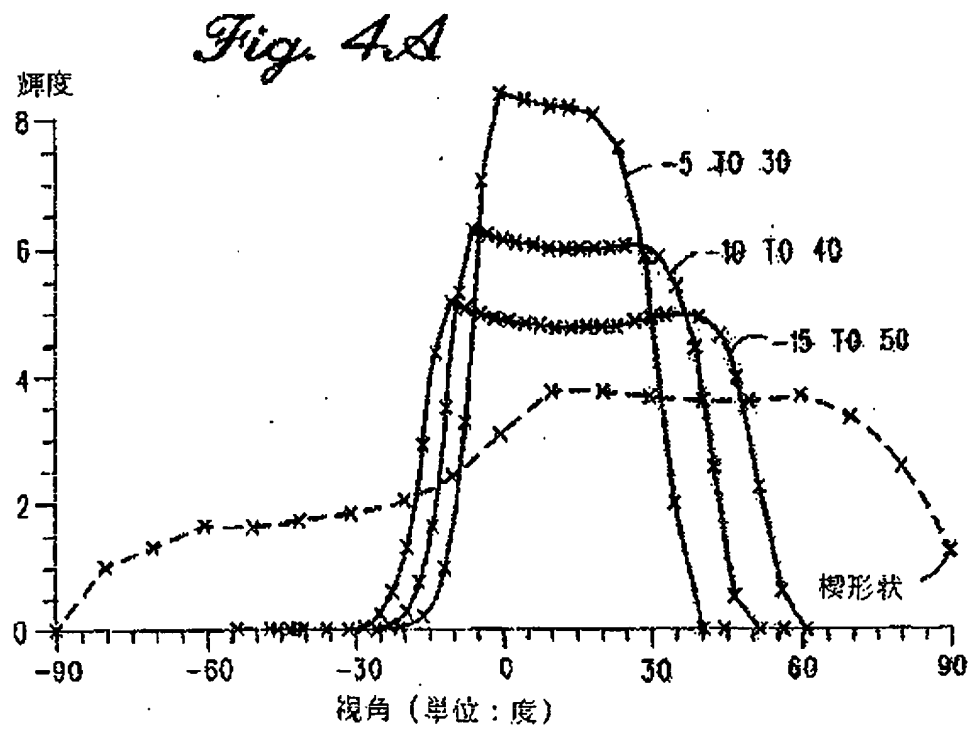
【図2】

*Fig. 2N**Fig. 20*

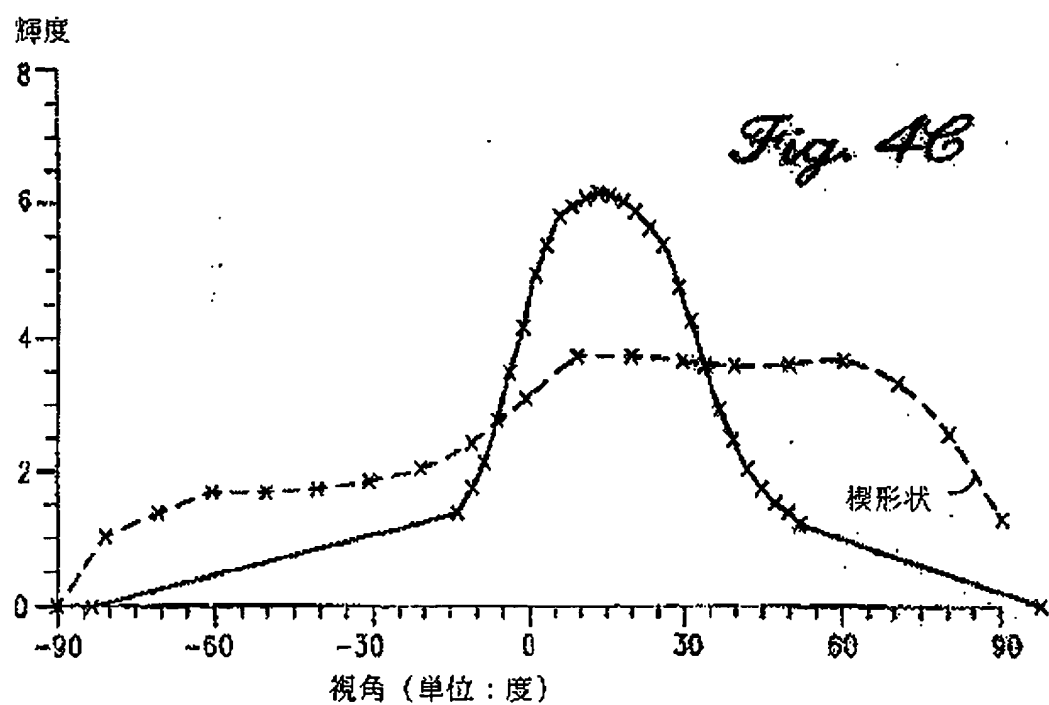
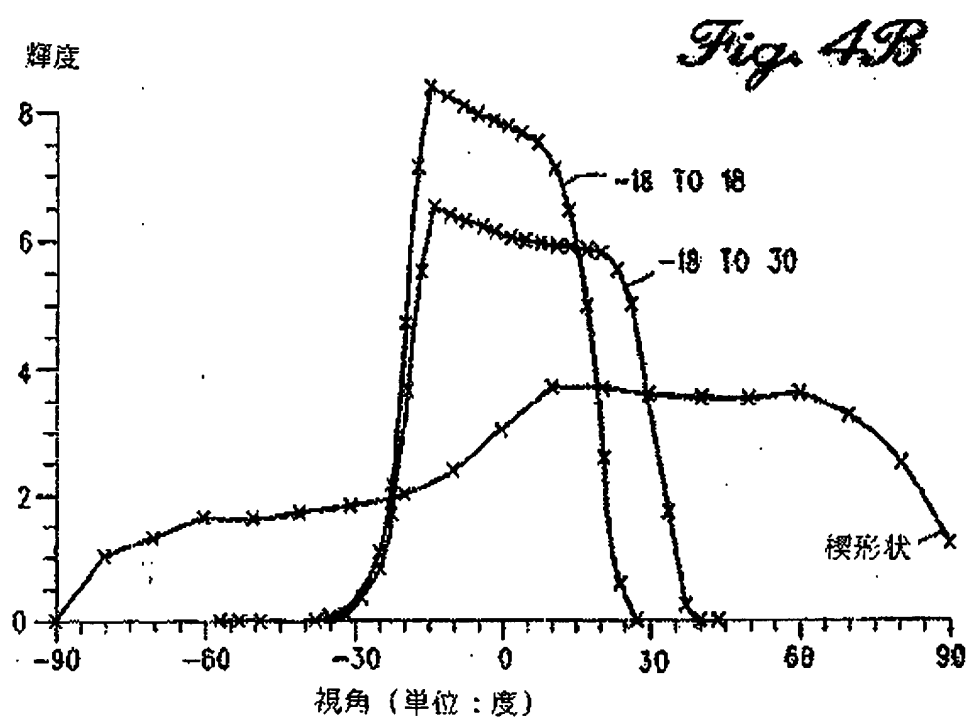
【图3】



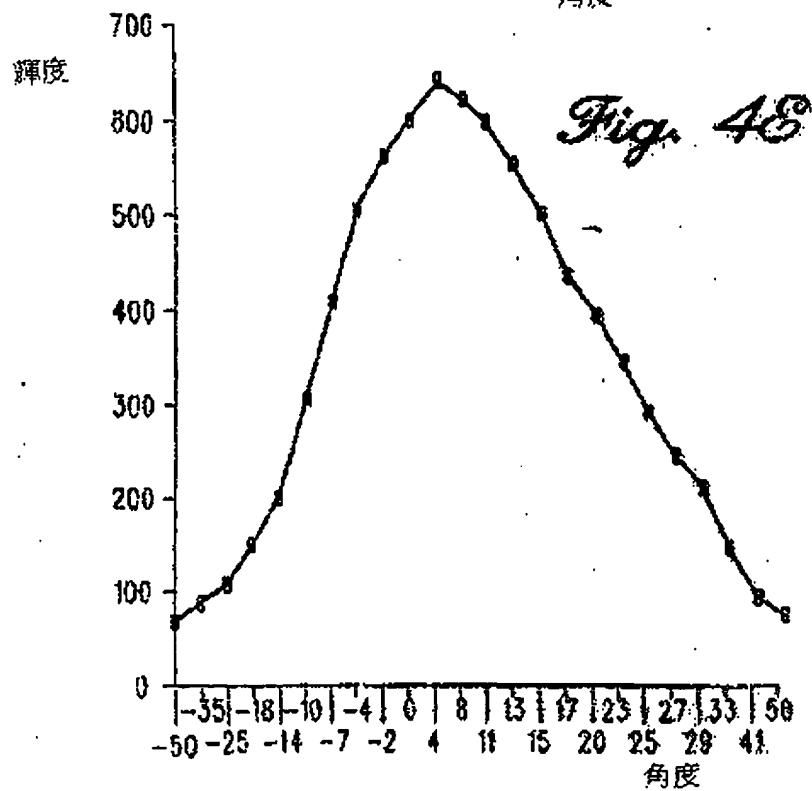
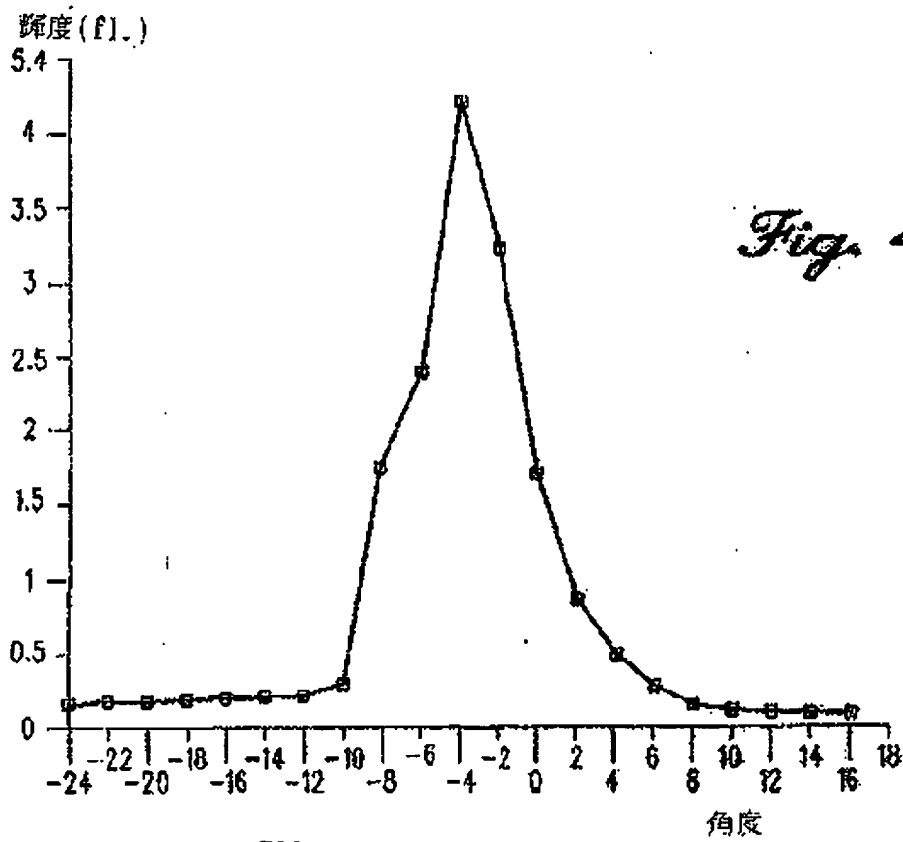
【图4】



【图4】

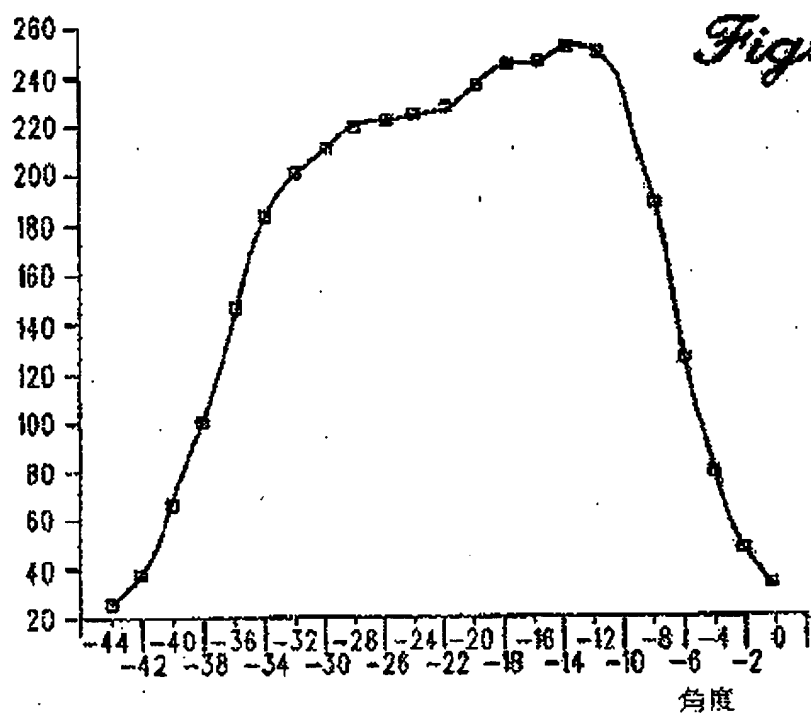


【图4】

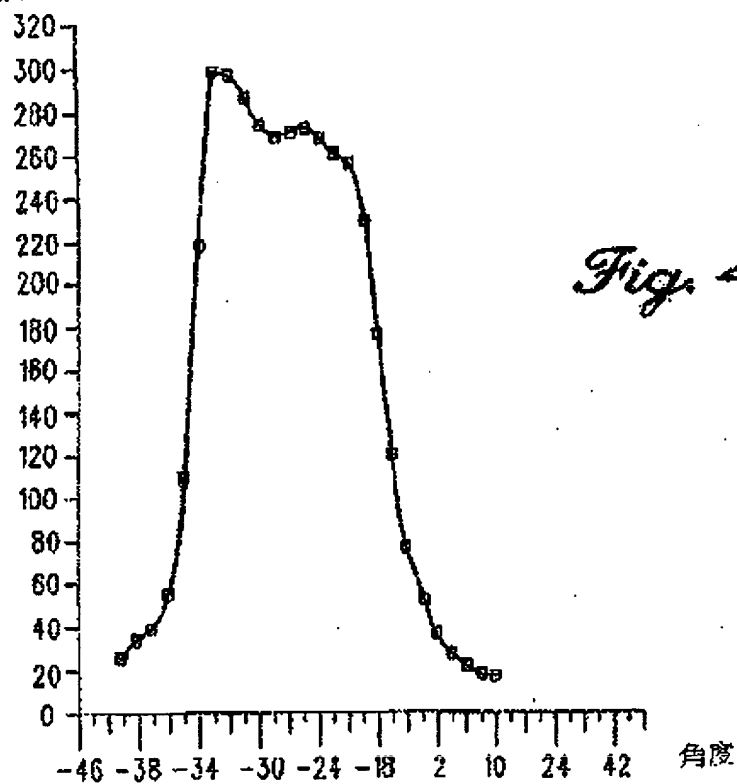


【图4】

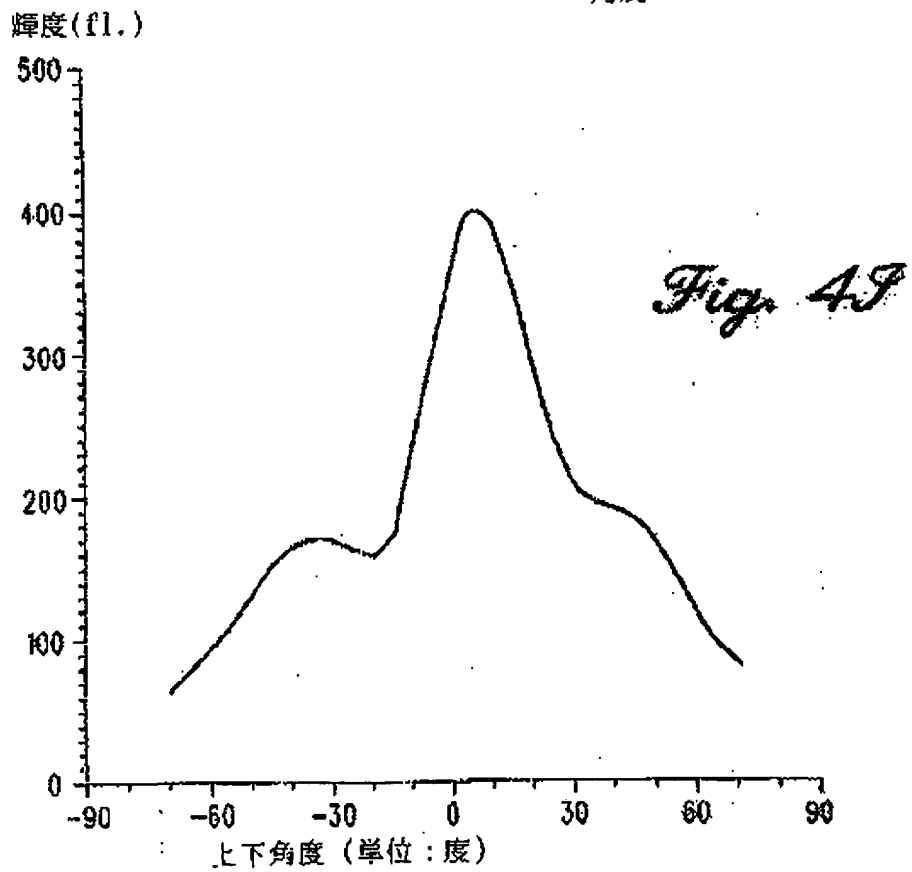
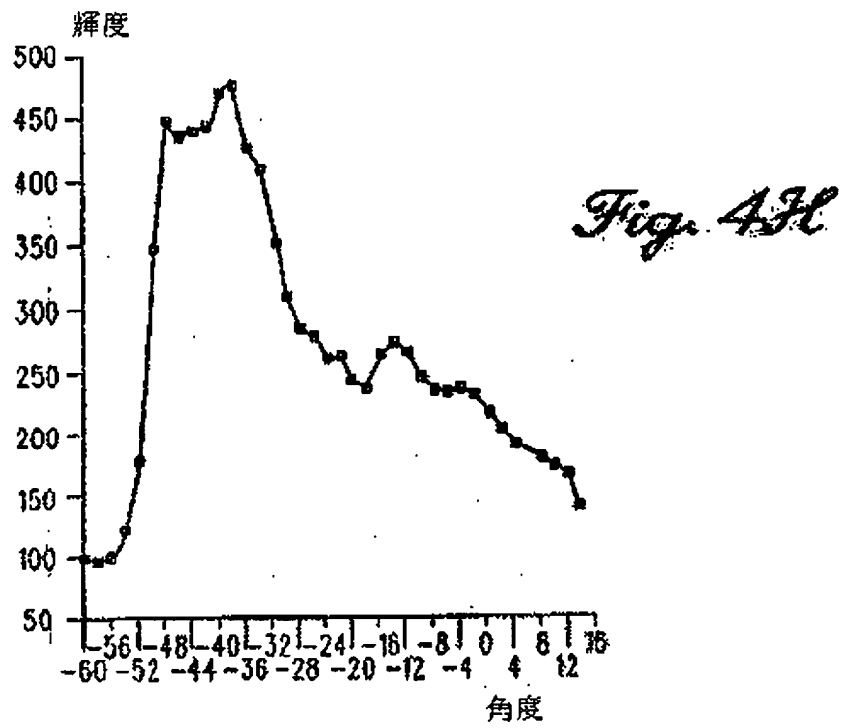
輝度



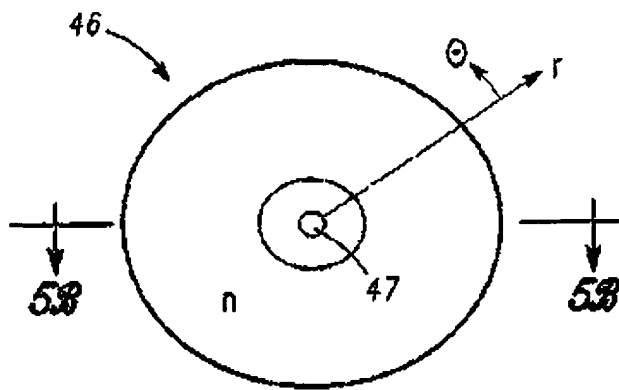
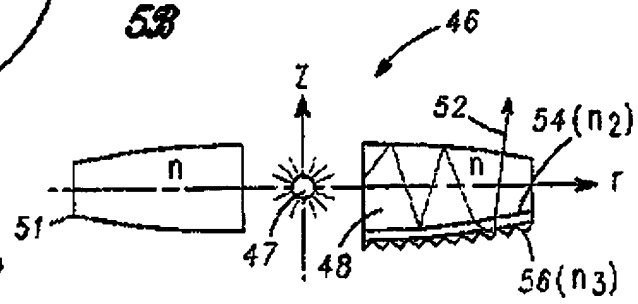
輝度



【图4】



【図5】

*Fig. 5A**Fig. 5B*

【図6】

Fig. 6A

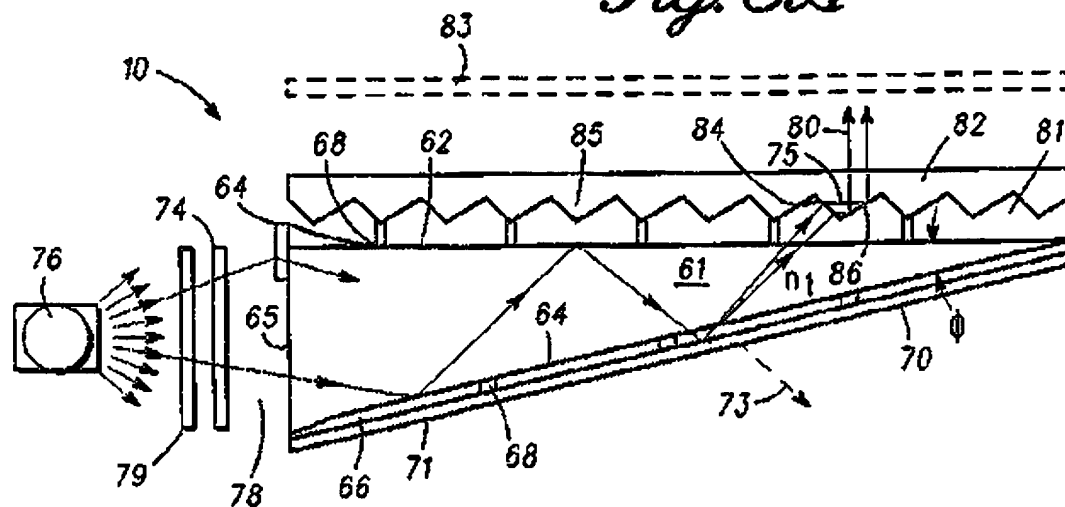
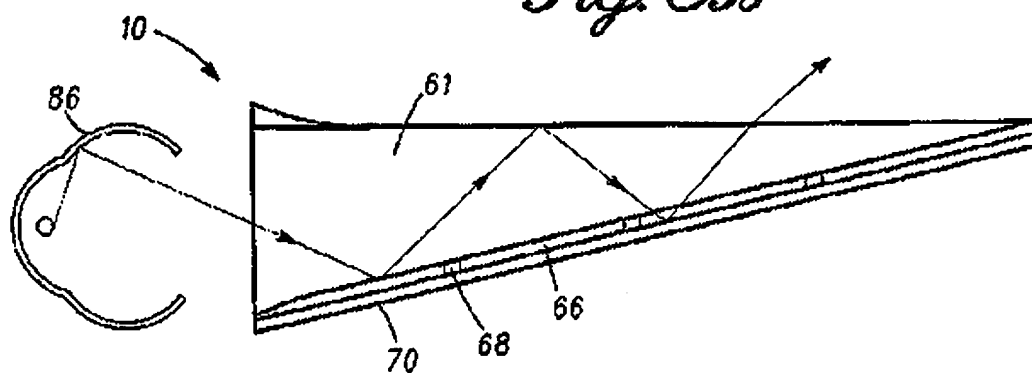
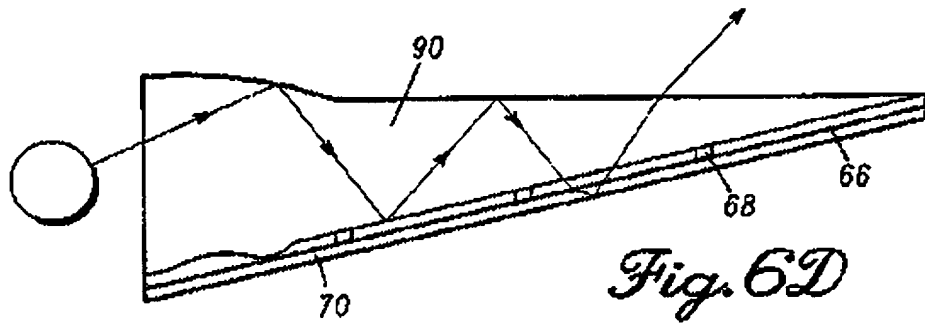
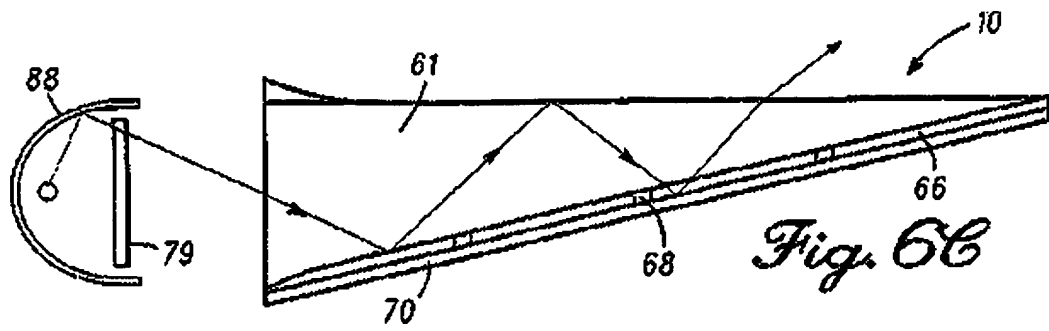


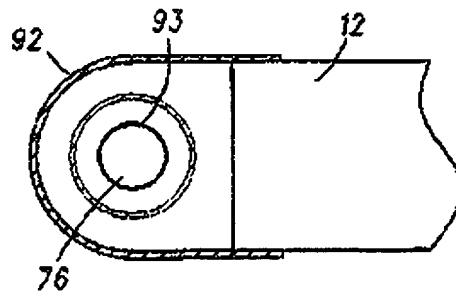
Fig. 6B



【図6】



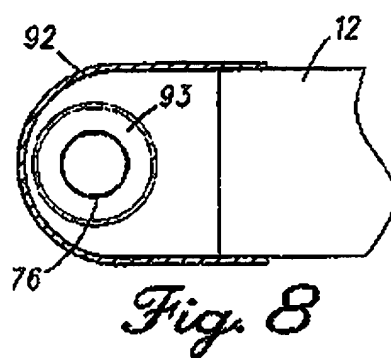
【図7】



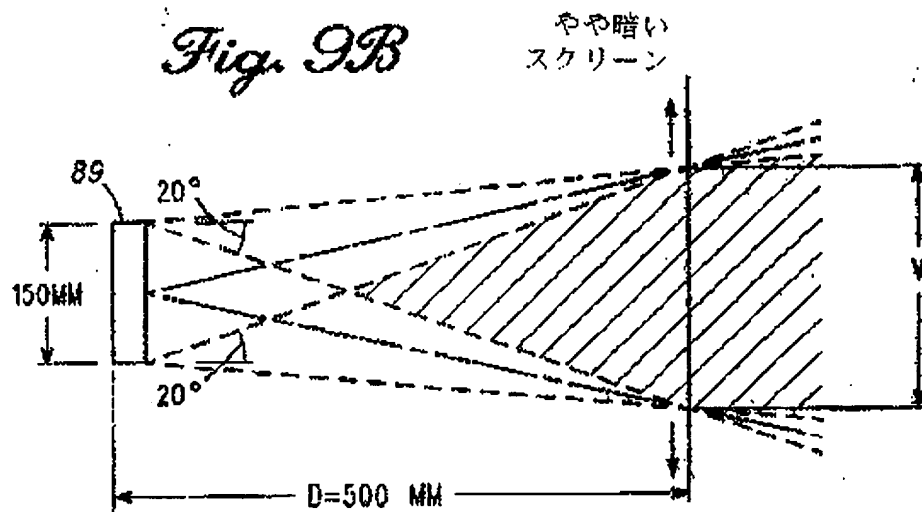
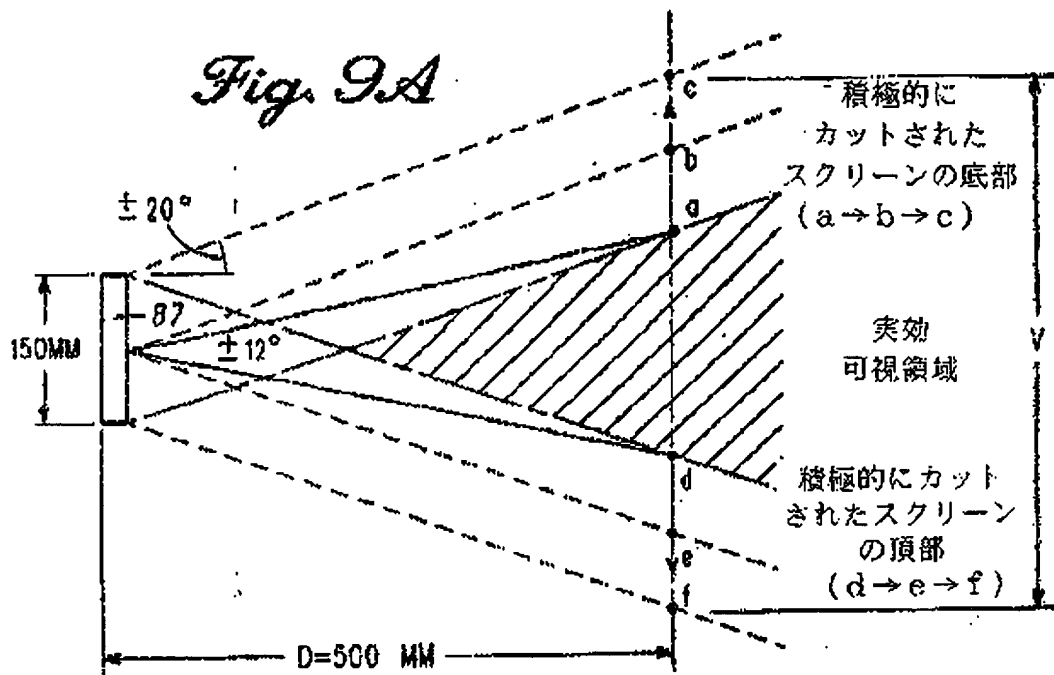
— PRIOR ART —

Fig. 7

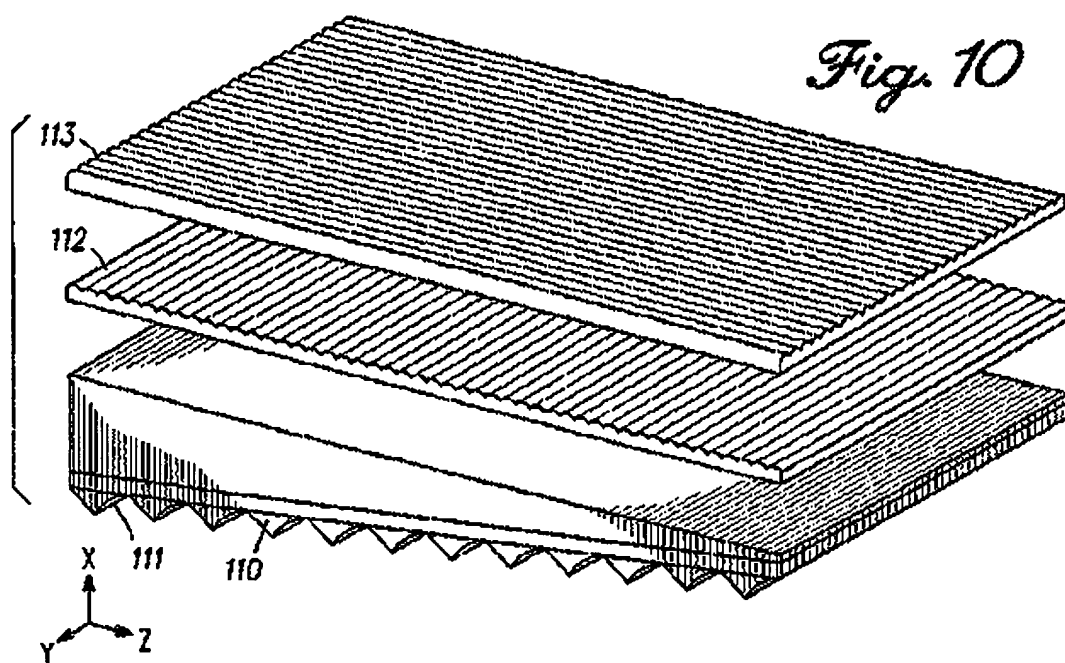
【図8】



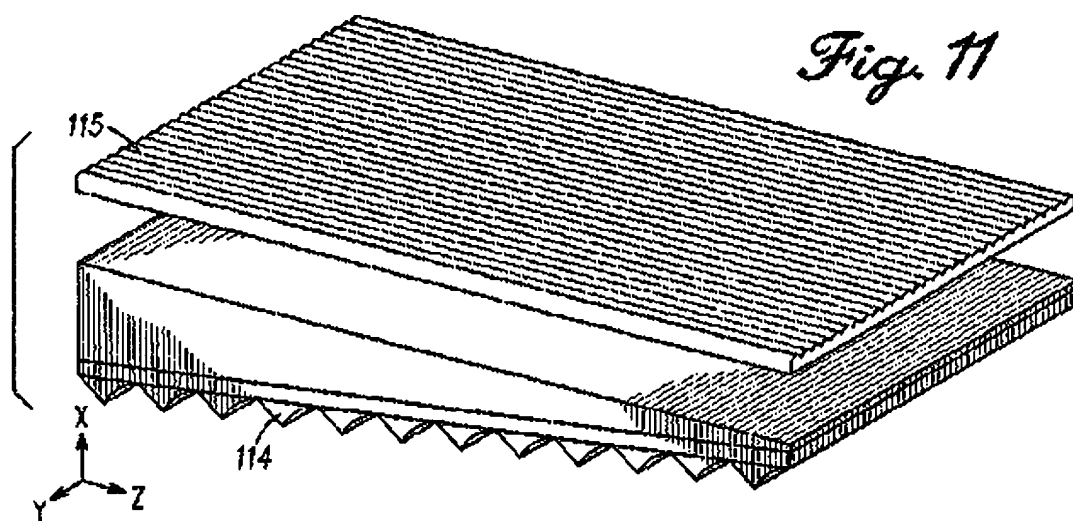
【図9】



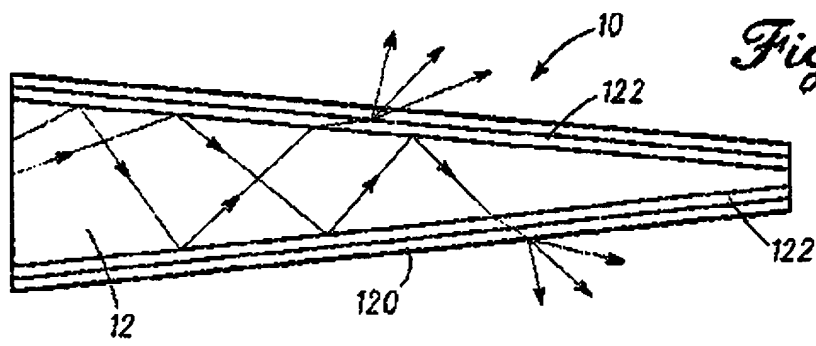
【図10】



【図11】



【図12】



【図12】

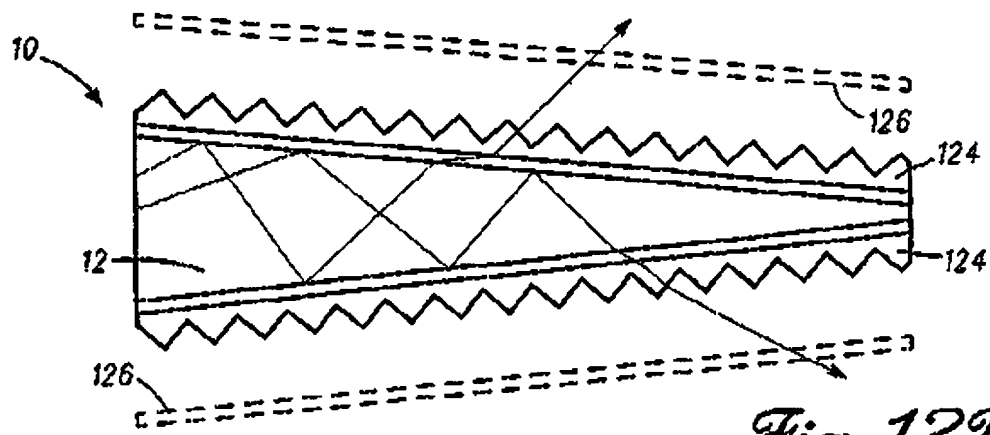


Fig. 12B

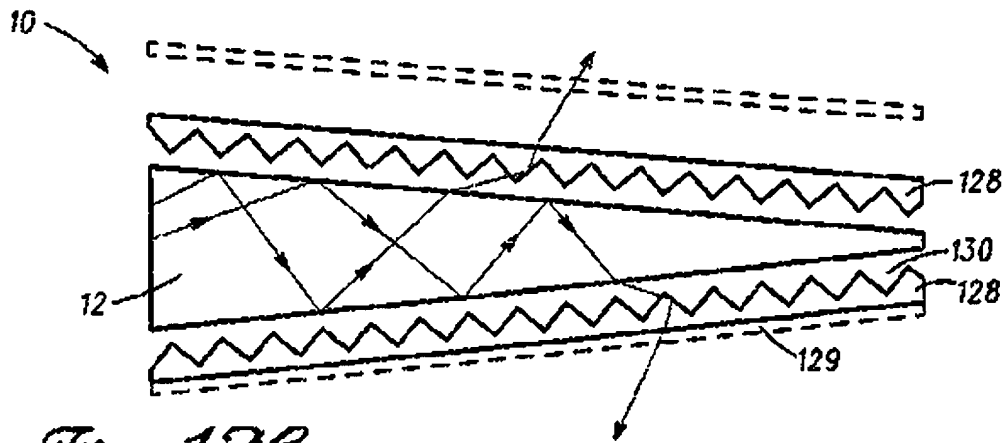


Fig. 12C

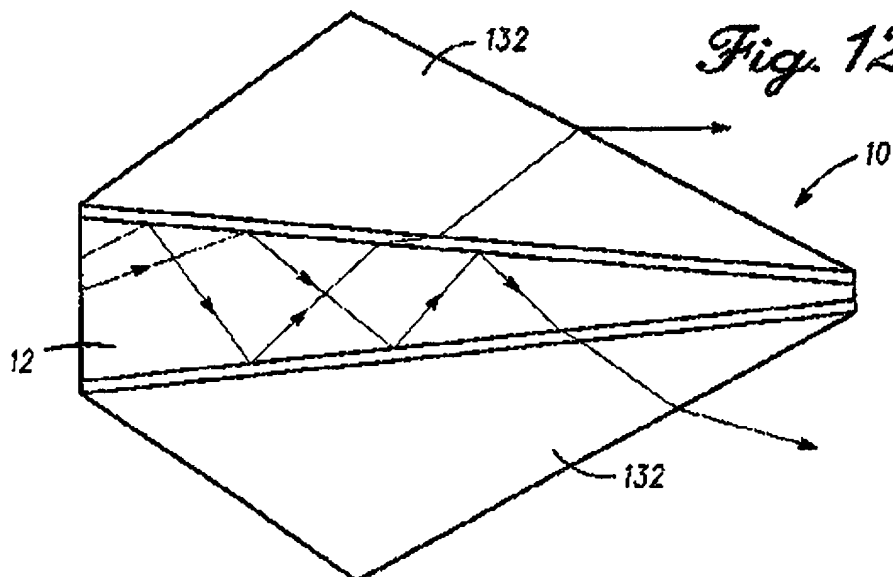
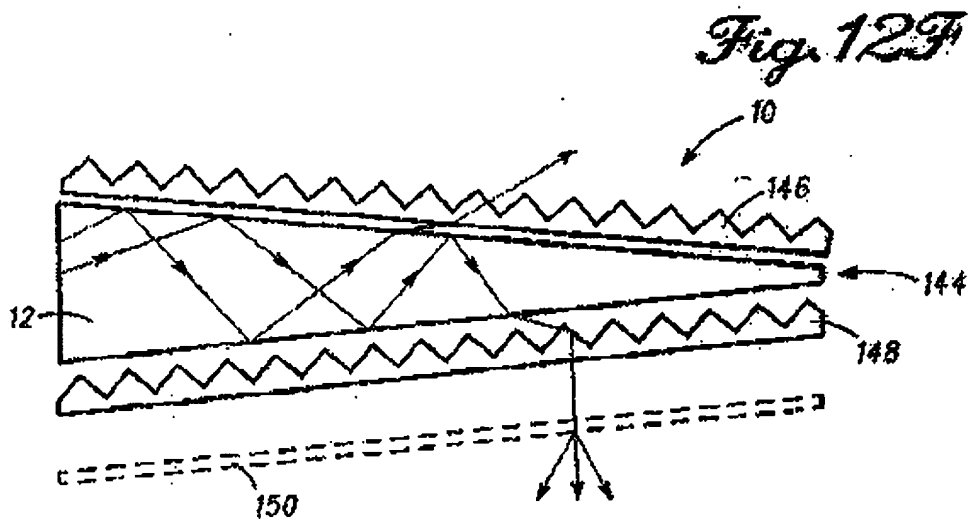
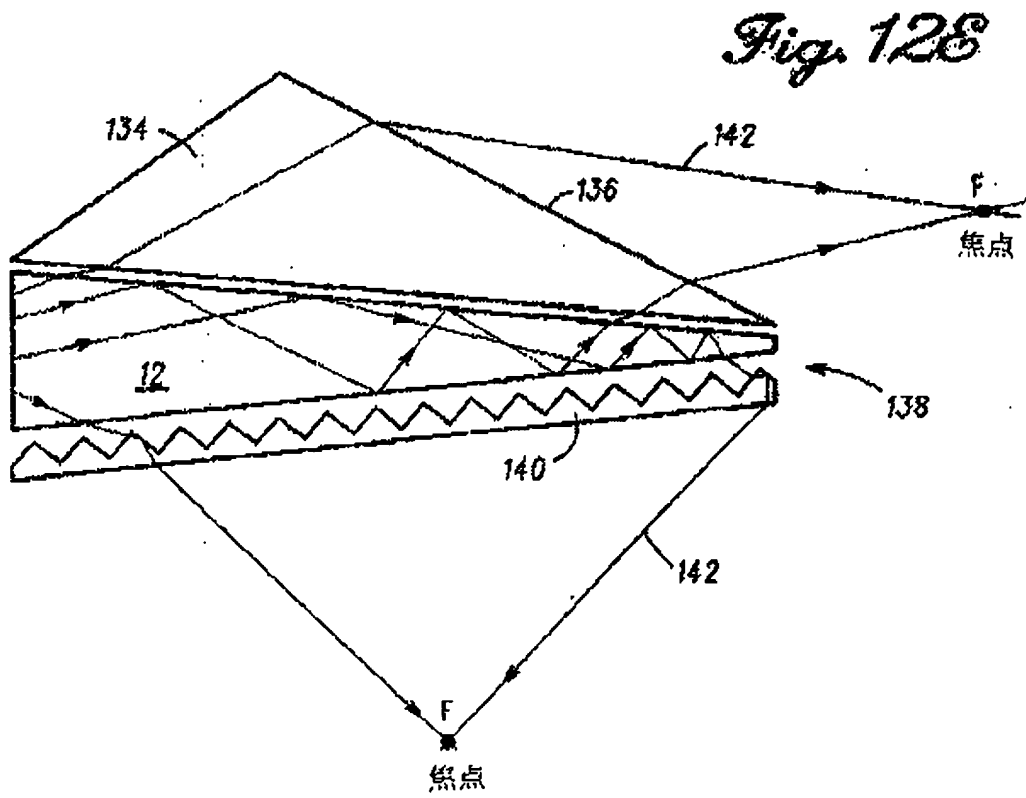
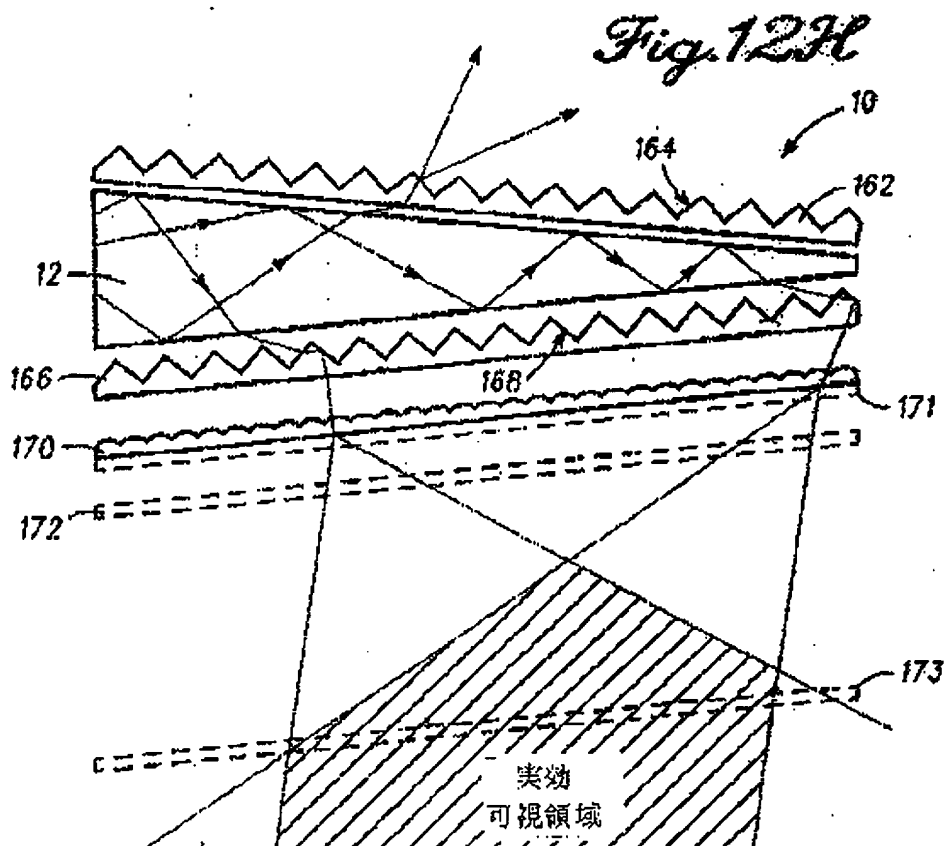
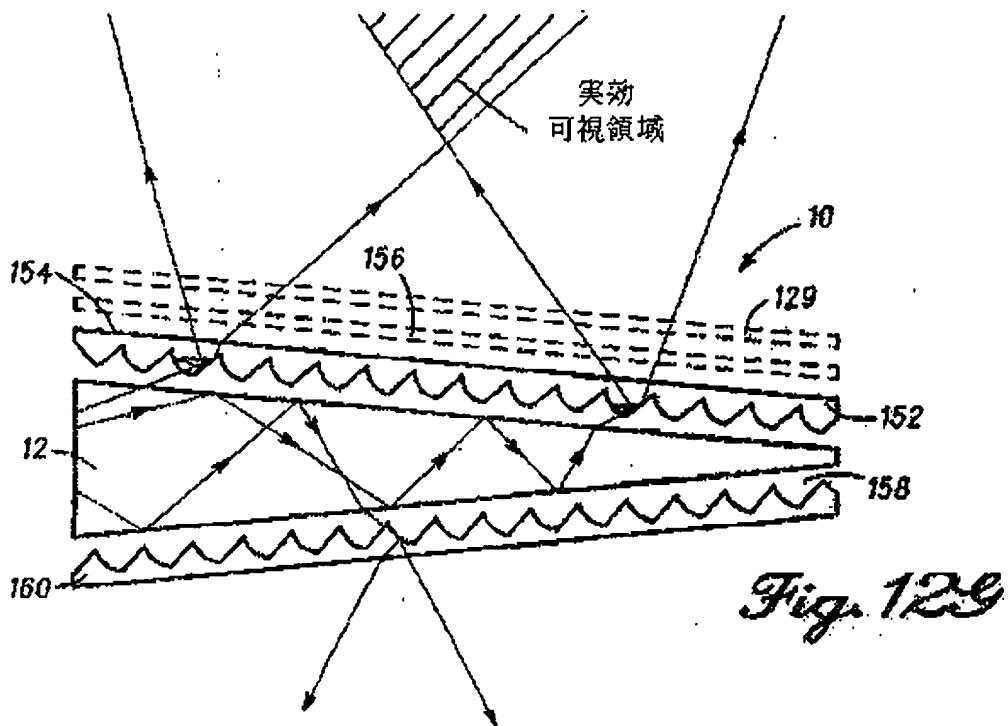


Fig. 12D

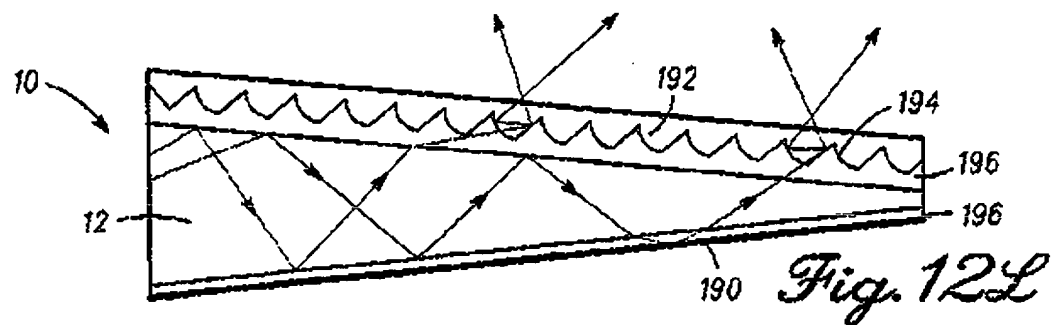
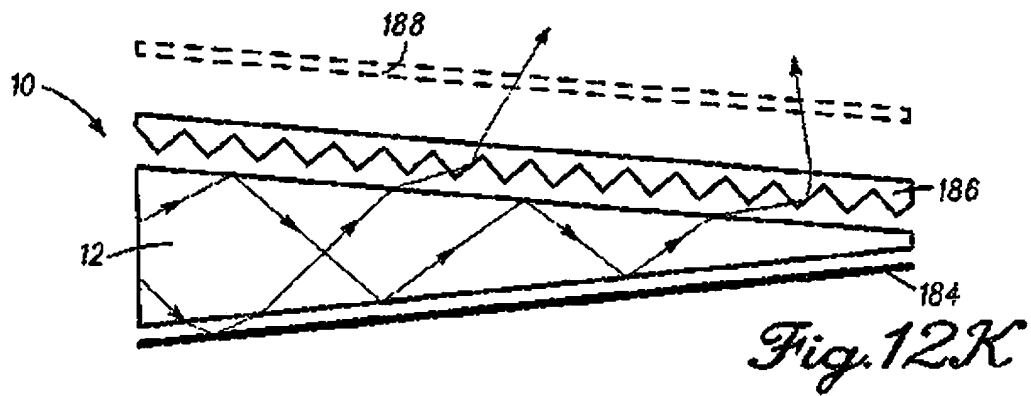
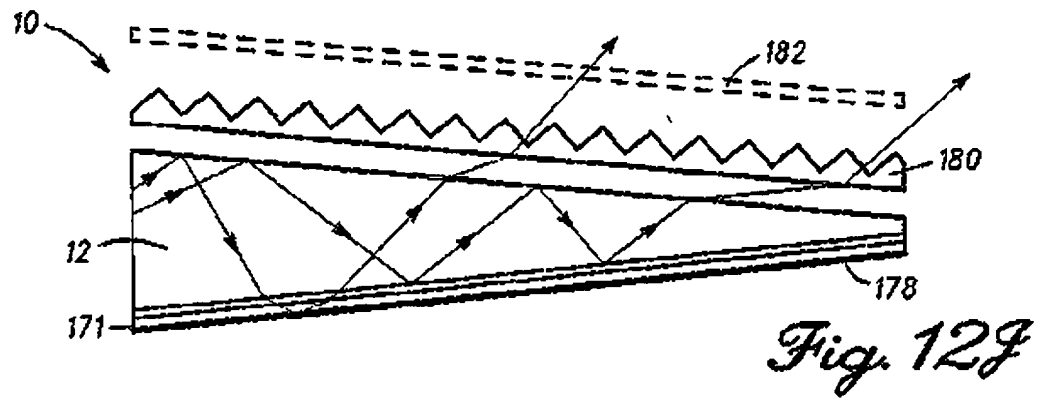
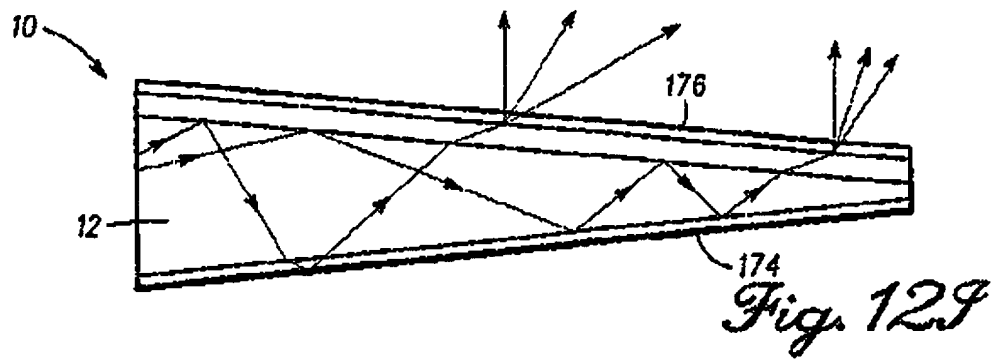
【图12】



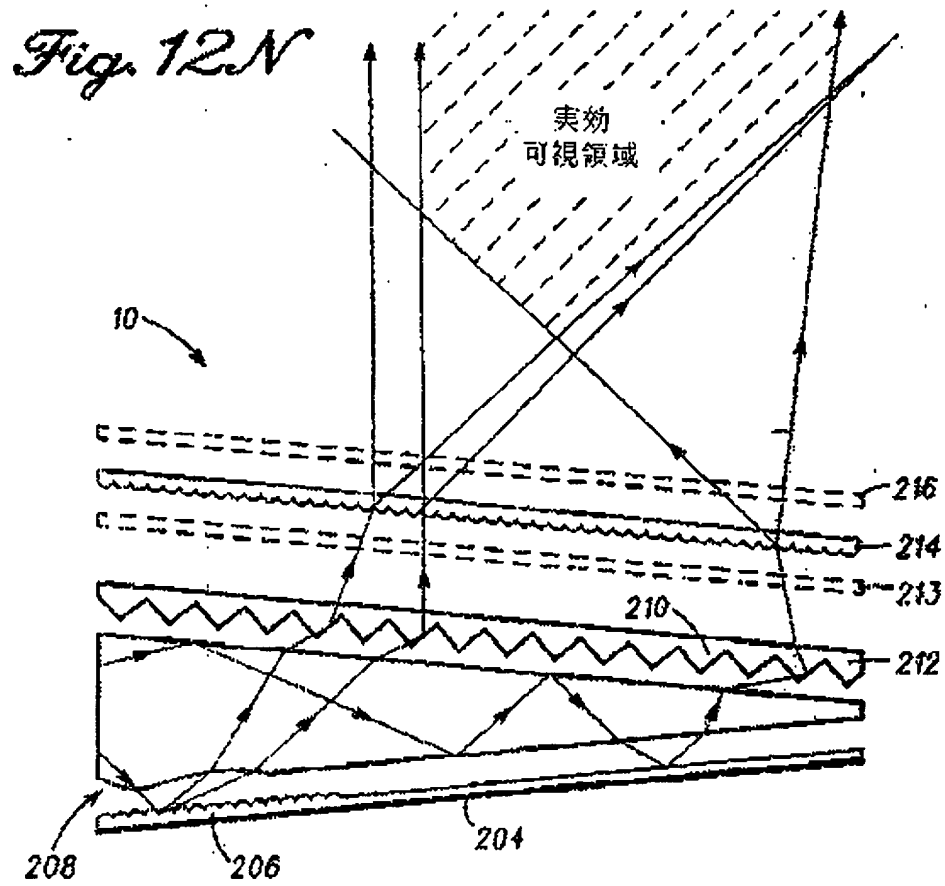
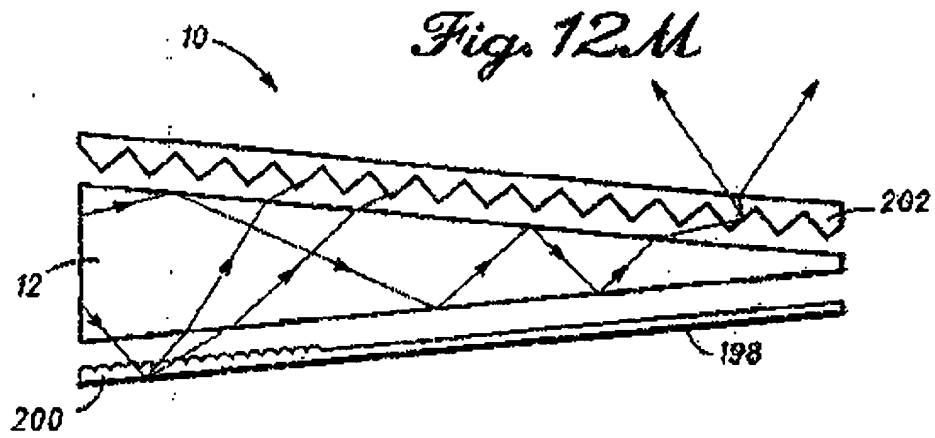
【図12】



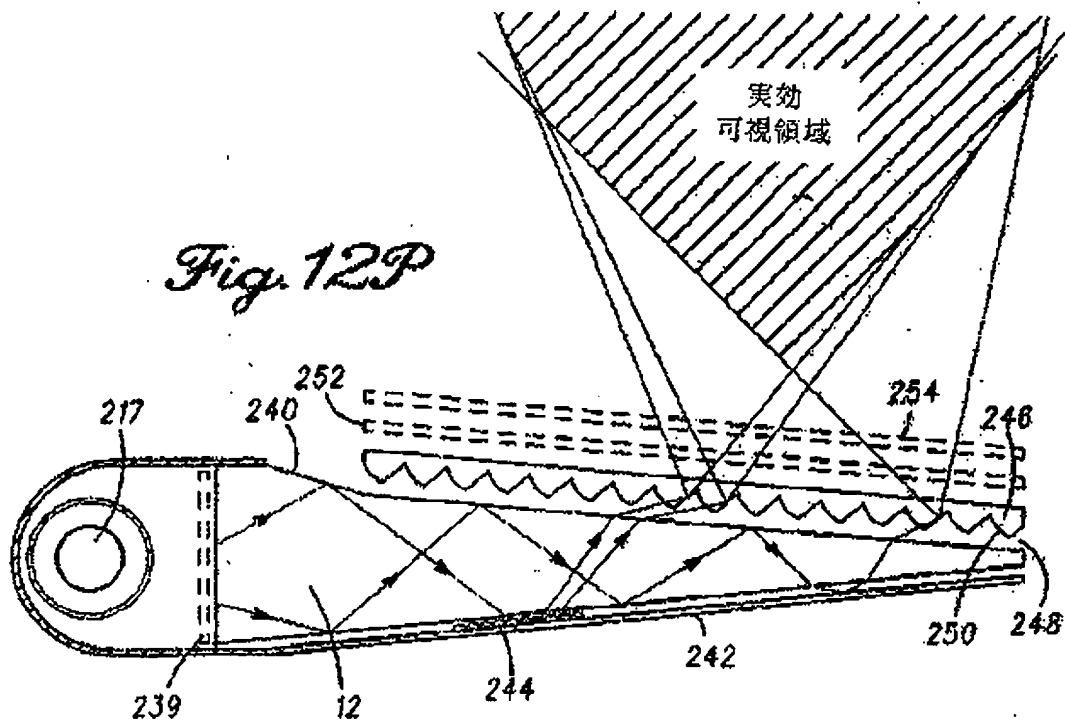
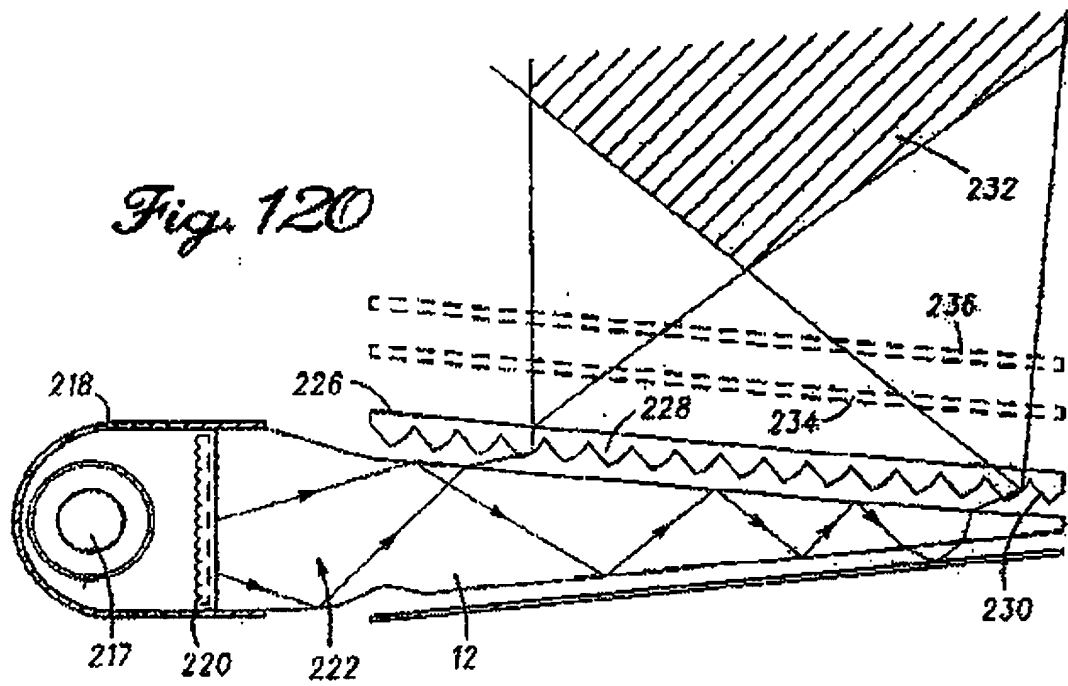
【図12】



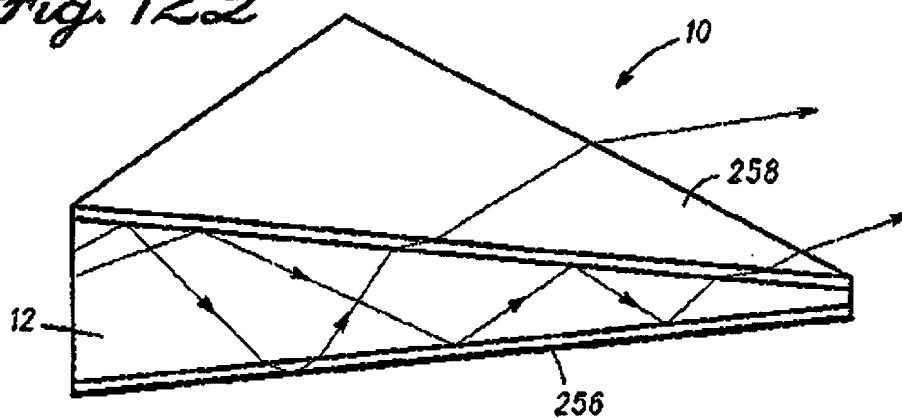
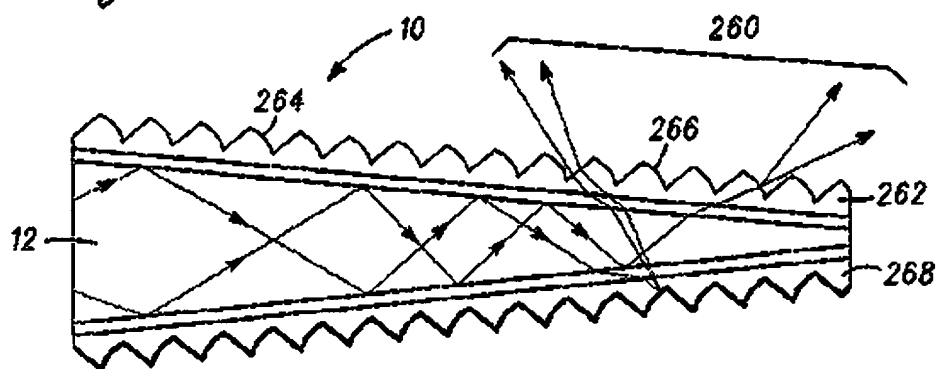
【图12】



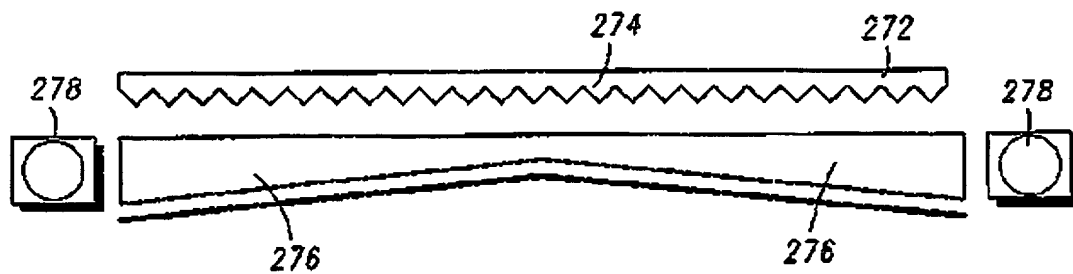
【図12】



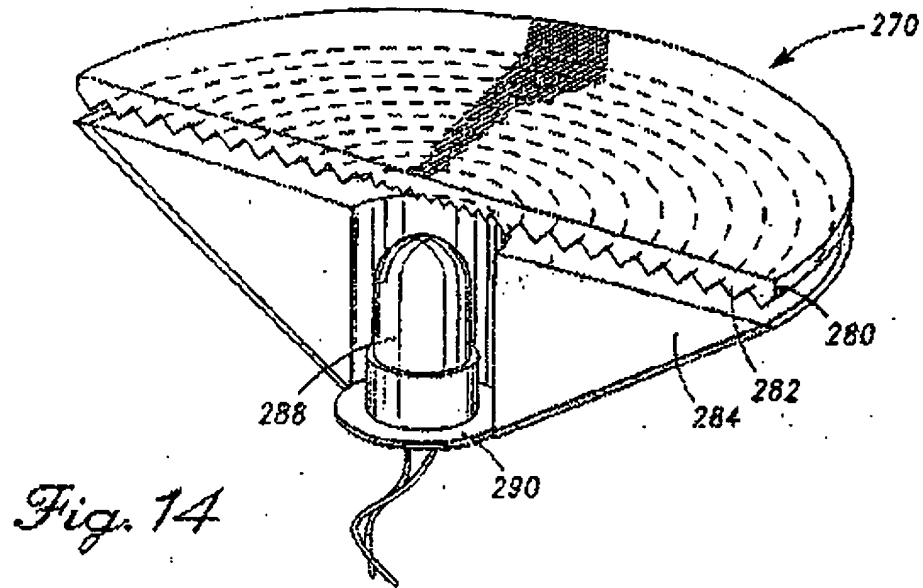
【図12】

Fig. 122*Fig. 12R*

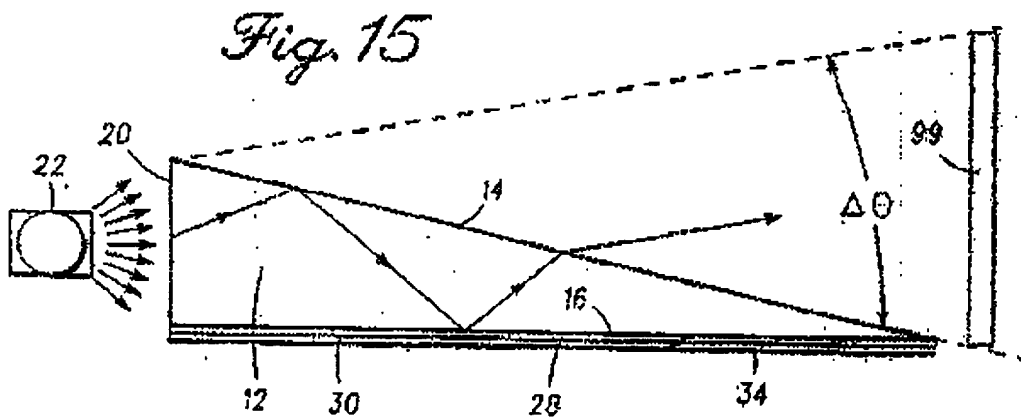
【図13】

Fig. 13

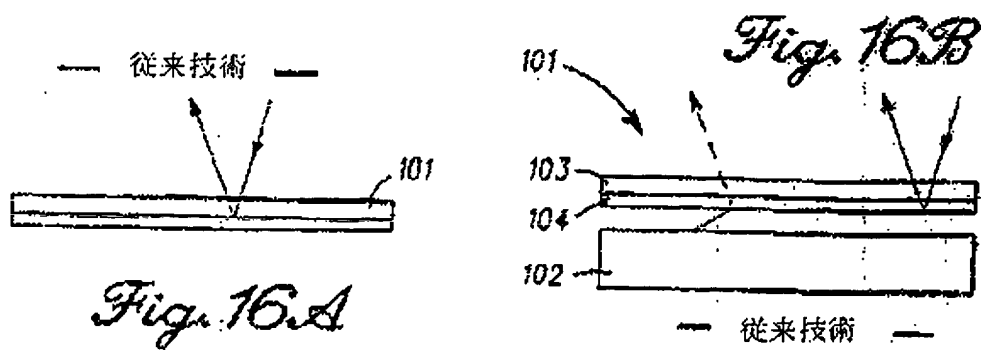
【図14】



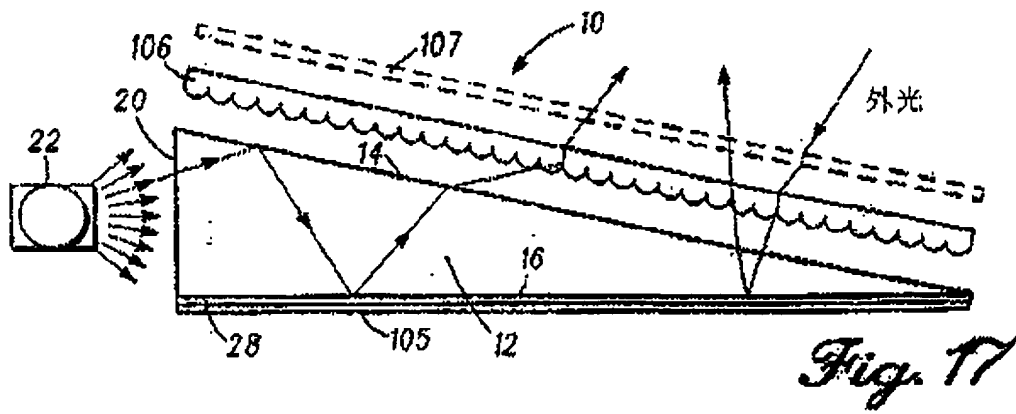
【図15】



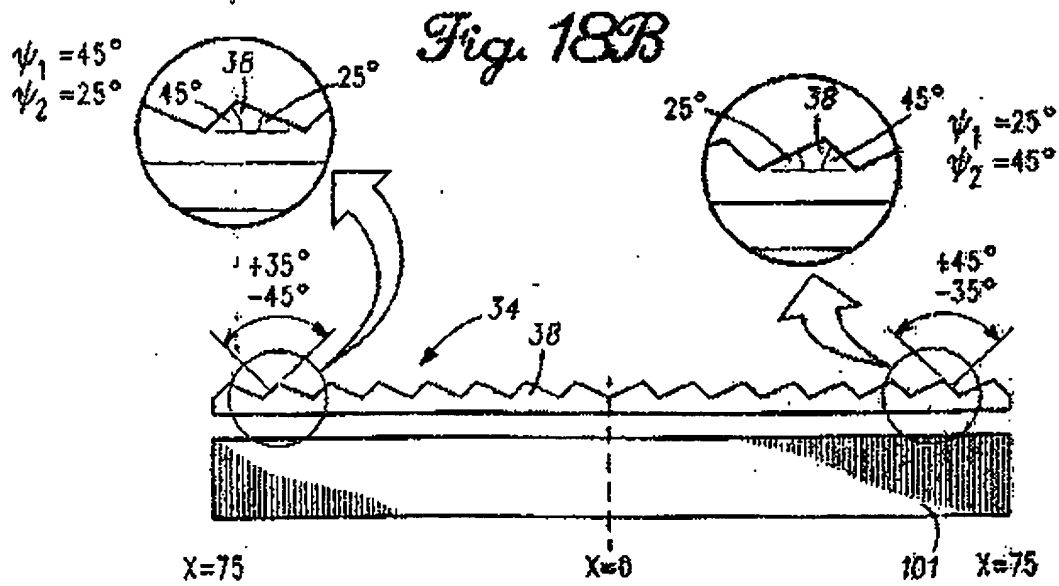
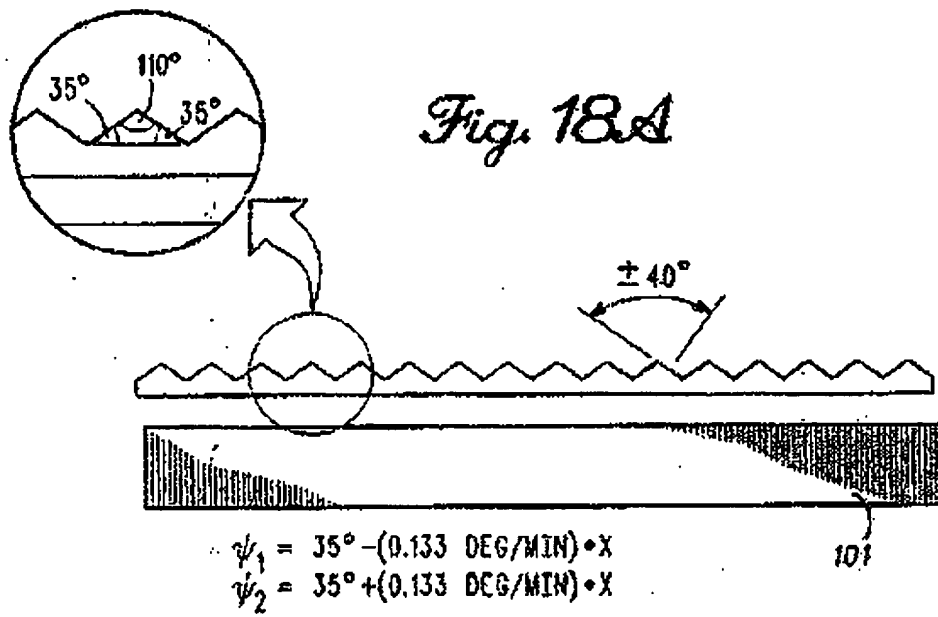
【図16】



【图17】



【图18】



【手続補正書】特許法第184条の8

【提出日】1994年10月4日

【補正内容】

溝を工具によって切削したときには、各湾曲ファセット（図2M参照）の一部は、近接するファセットの上側エッジの陰に覆われるので、特に、溝配置の線形変化は、照度のばらつきを無視できる程度まで低減することができる。この配置の変化は、制約3を満足させるよう充分小さくなる。

さらに製造方法は、第1層28の蒸着、スパッタリング、イオンビーム打ち込みを含む。この層は、前述したように極めて薄いので。同様に、第2層30は、図2Bに示すファセット層30（マスキングと層析出による）を形成するように調整可能である。

（簡易コリメータ装置としてのくさびライトパイプ）

最も一般的な発明の実施の形態では、くさび層12は光学要素として結合の環境として機能する。実質的な透明なくさび層12は、光学屈折率 n_1 を有しており、また、徐々に集まる少なくともある傾斜角 ϕ に収束するよう設置された上側表面14と下側表面16を有している。くさび層12は、また、上側表面14と下側表面16とにかかる裏側表面20を有している。くさび層12は、空気ギャップを含み屈折率 n_2 の透明な第1層28に隣接している。第1層28は、第2層30のファセット表面34のような反射層に隣接している。

実質的に非平行な光は、裏側表面20を通過して光源22に導かれる。光は、くさび層12内に伝達され、各光線は、入射角が臨界角 θ_c 以下となるまでその上側表面14及び下側表面16に関する入射角を減少する。一旦、入射角が θ_c 以下となると、光線は外部環境に現れる。下側表面16を介して現れた光線は、反射によって再びくさび層12に戻され、そして外部環境に現れる。上述した角濾過効果の効果により、出力光はコーンの角度幅と平行にされる。

$\Delta\theta = 2\phi^{1/2} (n^2 - 1)^{1/4}$ （フレネル反射は、 $\Delta\theta$ を増加させる。）（8）

照射範囲99は、くさび層12の端部を越えて、また、実質的に上記規定された幅 $\Delta\theta$ のコーンの内部に位置している。

他の好ましい発明の実施の形態では、光進行方向変更手段は、くさび層12の端部を越えて、また、実質的に上記規定された幅 $\Delta\theta$ のコーンの内部に位置し得る。光進行方向変更手段は、レンズ、軍面反射器、湾曲反射器であってもよい。

請求の範囲

1. 光源から光を採集して光を選択的に出力する光学装置であって、

前記光源から光を受承することが可能にして、光学的屈折率 n_1 を有し、少なくとも傾斜角 ϕ を形成すべく収束する頂層面及び底層面を有する第1の層と、第1の層内で光が反射される際に、光が前記頂層面及び底層面の少なくともいずれか一方の法線に対する反射角を減少させ、前記法線に対する臨界角 θ_c より小さな反射角に達した時に、光は第1の層を励起させることと、

前記第1の層の底層面下に配置されたエアギャップを備え、かつ前記第1の層から受承下光の伝送を許容するための有効屈折率 n_2 を有する層手段と、

前記層手段に対してその上方及び下方のいずれかにおいて重複する光方向変更手段と、前記変更手段は層手段から出力される光の進行方向を選択的に変更すべく、光が前記変更手段を厚さ方向に横切って伝送されることを許容することとからなる光学装置。

2. 前記層手段及び底層面に対してその下方において重複する光進行方向変更手段は、同変更手段を横切って伝送される光を反射させ、光は変更手段、層手段及び第1の層を通過して反射させ、前記光進行方向変更手段に対して上方から重複する頂層面を通過して出力される請求項1に記載の光学装置。

3. 平行に光を出力し、同平行に出力された光は $2\phi^{1/2}(n^2-1)^{1/4}$ にほぼ等しい角度幅 $\Delta\theta$ の円錐を有する請求項1に記載の光学装置。

4. 前記光の進行方向を変更するファセット部を備えた層を有し、前記ファセット部は、

(a) 光源と第1の層との間、

(b) 前記第1の層に対して上方において重複する位置、

(c) 前記光進行方向変更手段に対して下方において重複する位置

のうち少なくとも1つの位置に配置されている請求項1に記載の光学装置。

5. (a) 光源と第1の層との間にディフューザー層、
 (b) 前記第1の層に対して上方において重複する位置にディフューザー層、
 (c) 前記光進行方向変更手段に対して下方において重複する位置にディフューザー層
 (d) 少なくとも前記第1の層の開口数を満たす手段と

のうち少なくとも1つを更に備えてなる請求項1に記載の光学装置。

6. 前記光進行方向変更手段は屈折率 n_3 を有し、 $n_3 > n_2$; $n_2 < n_1 \leq n_3$; $n_1 \sim 1.5$, $n_2 < 1.5$, $n_3 \geq n_1$ であり、 n_1 は $1.4 - 1.7$ であり、さらには $n_3 > 1.45$ であって、 n_2 は約1である請求項1に記載の光学装置。

7. 前記光進行方向変更手段は、光を好ましくば底層面から光進行方向変更手段を経て外部環境に出力すべく、第1の層に光を入力する請求項1に記載の光学装置。

8. 光源から光を採集して光を観察者に対して選択的に出力する光学装置であって、

楔状の断面形状を有し、光学的屈折率 n_1 を有し、少なくとも傾斜角 ϕ を形成すべく収束する頂層面及び底層面を有する第1の層と、第1の層内で光が反射される際に、光が前記頂層面及び底層面の少なくともいずれか一方の法線に対する反射角を減少させ、前記法線に対する臨界角 θ_c より小さな反射角に達した時に、光は第1の層を励起させることと、

前記第1の層の底層面に対して下方から重複するエアギャップ層と、前記第1の層内の光が第1の層及びエアギャップ間のインターフェースの入射特性における臨界角よりも小さな反射角に達した時に光は底楔状面からエアギャップ層内に進行することと、

前記エアギャップ層に対して下方から重複する光進行方向変更手段と、前記光進行方向変更手段は制御された出力角分布にて、光がほぼ均一の強度にある角度範囲内で使用者によって目視されるためにエアギャップを横切る光を伝送する光学装置。

9. 前記光進行方向変更手段はエアギャップに対して上方から重複する層を有す

るとともに、前記第1の層及びエアギャップを介して光りを反射する反射層を備えてなる請求項8に記載の光学装置。

10. (a) 頂層面に対して上方から重複する位置、

(b) 光源と第1の層との間の位置、

(c) 光進行方向変更手段に対して下方から重複する位置

のうちいずれか1つの位置に光ディフューザ要素を備えてなる請求項8に記載の光学装置。

11. 前記光の進行方向を制御された角度分布にて変更するファセット部を備えた層を有する請求項8に記載の光学装置。

12. 前記エアキャップ層は外部支持部材及び内部層支持部材のうち少なくとも一方により第1の層及び光進行方向変更手段間に支持されている請求項8に記載の光学装置。

13. 前記第1の層のうち少なくとも一方は、対応するファセット層を備え、同ファセット層はエアギャップ、及び頂層面に対して上方から重複する中間エアギャップを有するファセット部を備えた前記層によって分離されている請求項8に記載の光学装置。

14. 前記光進行方向変更手段は正反射層を有する請求項8に記載の光学装置。

15. 前記第1の層の上方に更なる光進行方向変更手段を備えてなる請求項8に記載の光学装置。

16. 前記光進行方向変更手段は前記頂面の上方において同頂面に重複する更なる被支持エアキャップと、同エアギャップの下方において同エアギャップと重複するファセット層とがらなる請求項15に記載の光学装置。

17. 前記光進行方向変更手段及び更なる光進行方向変更手段のうち少なくとも一方は複数のファセットを備え、これらファセットは

(a) 異なるファセット曲率、

(b) ほぼ同一のファセット曲率

のうち少なくとも1つを有する請求項15に記載の光学装置。

18. 前記更なる光進行方向変更手段は、光を制御された角度分布にて外部環境

に出力すべく光を収束させるためのファセット表面有するよりなる請求項17に記載の光学装置。

19. 前記 n_1 は約1.5であり、前記更なるエアギャップ及びエアギャップは等しい屈折率を有し、前記層は約1.48-1.60の値である n_2 を有する請求項18に記載の光学装置。

20. 光の進行方向がばらばらで平行ではない光源からの光を採集して選択的に出力する光学装置であって、

前記光源から光を受容することが可能な入射面と光学的屈折率 n_1 とを有する第1の層と、前記頂層面及び底層面が入射面に対して収束して第1の層の厚い端部を形成し、前記第1の層は少なくとも頂層面及び底層面のために変化する傾斜を有し、前記変化する傾斜は収束する形状及び広がる部分のうちの少なくとも一方を有し、第1の層内で光が反射される際に、光が前記頂層面及び底層面の少なくともいずれか一方の法線に対する反射角を減少させ、前記法線に対する臨界角 θ_c より小さな反射角に第1の層内で光が反射される際に、光が前記頂層面及び底層面の少なくともいずれか一方の法線に対する反射角を減少させ、前記法線に対する臨界角 θ_c より小さな反射角に達した時に、光は第1の層を励起させるこ

とと、達した時に、光は第1の層を励起させることと、

前記第1の層に対して下方から重複し、かつ有効屈折率 n_2 を有する層手段と

、

前記層手段に対してその下方にて重複し、外部環境に光を制御された角度にて出力するために、層手段から受容した光を選択的に反射及び伝送する光進行方向変更手段と、前記傾斜が異なる第1の層と光進行方向変更手段の少なくともいずれか一方が角度を制御して、外部環境へほぼ均一な光出力を行うこととからなる光学装置。

21. 光の進行方向がばらばらで平行ではない光源からの光を採集して選択的に出力する光学装置であって、

光学的屈折率 n_1 を有する第1の層と、前記第1の層は底層面に向かって収束する頂層面と、頂層面及び底層面に至るまで広がり、前記第1の層の厚い端部を

形成する入射端面とを有することと、

前記第1の層の底層面对して下方から重複するエアギャップ層と、前記底層面及びエアギャップ間のインターフェースにおける第1の層の特性における光の臨界角 θ_c を創成し、光が臨界角に達したときに、第1の層内で反射して、前記頂表面及び底表面の少なくともいずれかの法線に対する反射角を減少させ、法線に対する臨界角 θ_c より小さな反射角に達する光をエアギャップ層内に進入させることと、

前記エアギャップ層に対して下方から重複し、前記第1の層からエアギャップを介して受承する光を反射する光反射手段と、前記光反射手段は第1の層及びエアギャップと協働して光束を形成し、同光束を制御された角度分布により外部環境へ出力する光学装置。

22. (a) 楔状頂面、及び

(b) 少なくとも前記第1の層の開口数を満たすための手段を備えた光進行方向変更手段を有する入射端面
の少なくとも一方に隣接して光進行方向変更手段を設けてなる請求項21に記載の光学装置。

23. 前記光進行方向変更手段はファセット部を備えてなる請求項22に記載の光学装置。

24. 前記制御された角度分布の光束は頂面からの平均出力角の約 $\pm 30^\circ$ 以内である請求項21に記載の光学装置。

25. 前記ファセット部は

(a) フレネルパラボラ及び／又はフレネルシリンダの一部を構成する層を形成すべく角度が変化する複数のファセットと、

(b) 各ファセット部が特定の角度分布の所望の円錐状に収束する光を生成するために構成されていることと、

(c) 各ファセットは選択的に平面状及び曲面状のファセット面を有すること
、
のうち少なくとも1つを備えてなる請求項23に記載の光学装置。

26、前記光源を受容するために中央部において長さ方向に延びる通路を有する楔状ディスク状部を備えてなる請求項21に記載の光学装置。

27、光の進行方向がばらばらで平行ではない光源からの光を採集して選択的に出力する光学装置であって、

光学的屈折率 n_1 を有する第1の層と、前記第1の層は背面と屈折率 n_2 のガスを含む空隙に隣接して形成された収束する頂層面及び底層面を有し、前記第1の層の背面を経て入力される光は、第一の層から反射された光は底表面の法線に対する反射角を減少させ前記法線に対する臨界反射角 θ_c より小さな反射角に達し、底層面及びガス含有空隙間のインターフェースの特性により空隙内に進入することと、

前記ガス含有空隙に下方から重複する光進行方向変更手段と、前記光進行方向変更手段は第一の層から出力された光の反射及び頂層面から光の出力を選択的に行うことと、さらには前記光進行方向変更手段は第1の層から出力された光を収

束させる手段を備えていることと

からなる光学装置。

28、前記収束手段は湾曲状の光進行方向変更手段及び特定の選択された収束を提供すべく特定の切削角を有するファセット部のうちの少なくともいずれか一方を備えてなる請求項27に記載の光学装置。

29、前記収束手段は頂層面の端部からの光を頂層面から出力される光の中央角に収束させるための形状をなす請求項28に記載の光学装置。

30、前記ファセット部のファセットは、前記収束手段の先端部における複数のファセットの形成のために異なる傾斜角度を備えてなる請求項28に記載の光学装置。

31、前記収束手段は同収束手段の異なる部位から出力される光の重複を制御するための形状を有する請求項28に記載の光学装置。

32、前記ファセット部は

(a) 選択された目視距離において増加する光の重複と、

(b) 好ましい目視投射の分布を形成するための光の重複と、

(c) 特定の収束を提するための特定のファセット角度と、

(d) 各ファセットのための異なる焦点

とのうちの少なくとも1つを備えてなる請求項28に記載の光学装置。

33. 光進行方向変更手段は、重複された光を出力するための形状をなす少なくとも2つの部分を備えてなる請求項28に記載の光学装置。

34. 前記ファセット部の複数のファセットは、

(a) 前記ファセットの表面におけるすくなくとも1つの屈折のため異なった

傾斜角を有することと、

(b) 前記収束手段の長さ方向に沿って積極的に変化する傾斜角を有することと、

(c) 収束手段の末端において異なる傾斜角を有すること

とのうちの1つを備えてなる請求項28に記載の光学装置。

35. 前記第1の層は外部環境へ高く出力される光の均一化を制御すること及び第1の層に入力される光の非均一性を補償することのいずれか一方を行うために、前記背面に隣接して非直線的に変化する厚さを備えている請求項27に記載の光学装置。

36. 重複した光進行方向変更層と、外部環境からの光にて作動する重複した液晶ディスプレイとをさらに備えてなる請求項27に記載の光学装置。

37. ディフューザ層を備え、同ディフューザ層は、

(a) 前記光源と第1の層との間に配置される、

(b) 前記第1の層に対して上方から重複する、

(c) 前記光進行方向変更手段の下方に配置される

のうち少なくともいずれか1つの状態にある請求項27に記載の光学装置。

38. 前記ディフューザ層は、

(a) 収束層、

(b) 半透明層、

(c) 両凸レンズ状アレー

のうちの少なくとも1つからなる請求項37に記載の光学装置。

39、前記光源は混成放物状集中源よりなる請求項27に記載の光学装置。

40、少なくとも1個の更なる層を備え、前記層は、

(a) 第1の層とガス含有空隙との間、

(b) ガス含有層と光進行方向変更手段との間

の少なくともいずれか一方に配置されている請求項27に記載の光学装置。

41、前記第1の層及び光進行方向変更手段のいずれか一方に入力され、背面から集光のために出力される光を中心に集めるコンセントレータとして作動可能な請求項27に記載の光学装置。

42、光源から光を採集して光を選択的に出力する光学装置であって、

楔状の断面形状を有し、光学的屈折率 n_1 を有し、背面と少なくとも傾斜角 ϕ にて収束する頂層面及び底層面を有する第1の層と、

光学的屈折率 n_2 を有する第2の層を有し、前記第1の層内で反射される光が前記底層面及び第2の層の間のインターフェースにて特徴づけられる底層面の法線に対して反射角を減少させ、前記底層面の法線に対する臨界反射角より小さな反射角になったとき前記第1の層の背面を経て入力される光は第2の層に進入することと、

前記第2の層に隣接して配置され、前記第1の層及び第2の層と協働して光の角度分布を制御するとともに、前記頂面層から光を出力する第3の層とを備えてなる光学装置。

43、前記第1の層は光の出力を可能にすべく複数の角度 ϕ を有している請求項42に記載の光学装置。

44、前記第3の層は所望の可視範囲に光を出力すべく変化する湾曲面の部分を備えてなる請求項42に記載の光学装置。

45、前記層手段は、

(a) 単一のファセット、

(b) 複数のファセット、

(c) 互いに隣接する複数のファセット部、

(d) 小さな焦点を有するファセット、

(e) 可視範囲内に焦点を有するファセット

のうちの少なくとも1つを備えている請求項42に記載の光学装置。

46. 光源から光を採集して光を選択的に出力する光学装置であって、

前記光源から光を受容することが可能にして、光学的屈折率 n_1 を有し、少なくとも傾斜角 ϕ を形成すべく収束する頂層面及び底層面を有する第1の層と、前記第1の層は頂層面及び底層面に至る背面を備えることと、光が前記頂層面及び底層面の少なくともいずれか一方の法線に対する反射角を減少させ、前記法線に対する臨界角 θ_c より小さな反射角に達した時に、光は第1の層を励起させることと、

前記底層面及び頂層面に対してそれぞれ下方から重複するとともに、有効光学的屈折率 n_{2a} 及び n_{2b} を有し、前記第1の層からの光の出力を許容する層手段と、

前記第1の層に対して下方から重複するように配置された光方向変更手段と、前記変更手段は層手段から出力される光の進行方向を選択的に変更すべく、光が前記変更手段を厚さ方向に横切って伝送されることを許容することとからなる光学装置。

47. 前記屈折率 n_{2a} 及び n_{2b} は傾斜角 ϕ に対して以下の関係、即ち

$$|\arcsin(n_{2a}/n_1) - \arcsin(n_{2b}/n_1)| < \phi$$

である請求項46に記載の光学装置。

48. 前記光進行方向変更手段からの光出力を変更すべく、同光進行方向変更手段に近接して配置されたディフューザー層を備えてなる請求項48に記載の光学装置。

49. 前記ディフューザー層は、レンチキュラディフューザー、ボリウムディフューザー及びサーフェスディフューザーのうちの少なくとも1個からなる請求項48に記載の光学装置。

50. 前記第1及び第2の中間層は、ガス状空隙層及び $n_2 < n_1$ の関係を有する

透明材料のうち少なくともいずれか一方からなる請求項46に記載の光学装置。

51、前記透明材料はゾルーゲル変換可能物質、フロロポリメルス、フロライド塩、シリコン及び接着剤のうちの少なくとも1つからなる請求項50に記載の光学装置。

52、前記光進行方向変更手段の外部環境側に配置された反射層を備えた請求項46に記載の光学装置。

53、前記反射層は、平面状鏡面反射器、ディフューズ反射器及びファセット反射器のうちの少なくとも1つからなる請求項52に記載の光学装置。

54、前記進行方向変更層のうちの少なくとも1つが透明直角フィルムからなる請求項46に記載の光学装置。

55、光を採集して光を観察者に対して選択的に出力する光学装置であって、
光源と、

前記光源から光を受容することが可能にして、光学的屈折率 n_1 を有し、少なくとも傾斜角 ϕ を形成すべく収束する頂層面及び底層面を有する第1の層と、前記第1の層は頂層面及び底層面に至る背面を備えることと、光が前記頂層面及び底層面の少なくともいずれか一方の法線に対する反射角を減少させ、前記法線に対する臨界角 θ_c より小さな反射角に達した時に、光は第1の層を励起させることと、

前記第1の面に対して下方から重複するとともに、有効光学的屈折率 n_2 を有する層手段と、

(a) 前記第1の層に対して上方から重複、及び

(b) 第1の層に対して下方から重複、

のうちの少なくともいずれか一方の状態に配置された光方向変更層と、

前記変更層は層手段から出力される光の進行方向を選択的に変更すべく、光が前記変更層を厚さ方向に横切って伝送されることを許容することと

前記変更層は、変更層の平面を横切って変化するように形成された導入角を有し、観察者によってほぼ同一の強度の角出力範囲を制御するファセットを備えている光学装置。

56. 前記光進行方向変更層は、同光進行方向変更層の幅方向及び長さ方向の少なくともいずれか一方を横切って変化するファセット角を有するファセットの層を備えてなる請求項55に記載の光学装置。

57. 前記光進行方向変更層は、半径Rを有する半円筒状面及び焦点距離Fの放物面の少なくともものいずれか一方上に配置されたファセット層からなり、ファセットの表面の導入角を変化させる請求項55に記載の光学装置。

58. 前記光進行方向変更層は下方背面反射層からなる請求項55に記載の光学装置。

59. 前記光進行方向変更層は上方ファセット光進行方向変更層よりなる請求項55に記載の光学装置。

60. 前記光進行方向変更層は、

(a) 回折格子及びホログラム、

(b) 2つのファセット層及び選択的にレンチンキュウラディフューザー、

(c) 前記第1の層から出力される光を屈折及び内部反射させるように設計されたファセットを有する2つのファセット層と、

(d) 2つの屈折ファセット層と、

(e) 湾曲した出力層を備えた頂面の1個の屈曲ファセット層と、底面におけ

る屈曲／内部反射ファセット層と、

(f) 頂面における屈曲ファセット層及び底面における屈曲／内部反射層と、

(g) 頂面及び底面における屈曲／内部反射ファセット層と、

(h) 頂面における屈曲ファセット層及び底面における屈曲／内部反射ファセット層と

のうちの少なくとも1つから構成される前記層のうちの2つからなる請求項55に記載の光学装置。

61. 前記光進行方向変更層は伝送及び反射光進行方向変更層であって、同伝送及び反射光進行方向変更層は、

(a) 底部鏡面反射体及び頂部層伝送回折格子又は伝送ホログラム、

(b) 底部鏡面反射体及び頂部層屈折ファセット層、

- (c) 底部鏡面反射体及び頂部層屈折／内部反射反射ファセット層、
- (d) 底部鏡面反射体及び頂部層屈曲／内部反射ファセット層、
- (e) 部分的に鏡面体であり、部分的に光を発散する底部反射体及び湾曲反射面に対して屈曲／反射する頂部光進行方向変更層、
- (f) 部分的に鏡面体であり、部分的に光を発散する底部反射体及び屈折／内部反射平面ファセット層の頂部光進行方向変更層

のうちの少なくとも1つよりなる請求項55に記載の光学装置。

62. 進行方向がばらばらで平行ではない光源からの光を含む光を採集して選択的に観察者に対して出力する光学装置であって、

前面から均一な光出力を行う層手段と、

前記前面に重なるともに、前記層手段と光学的に連結された光進行方向変更手段を備え、前記光進行方向変更手段は、観察者への角度に均一に発散される光出力と、調節可能に変更される重複した照度出力との少なくともいずれか一方を提供するために、ファセット面角度が機能位置として組織的に変更されるファセット面を有するファセット部を備えてなる光学装置。

63. 前記光源は $\arcsin(1 - (n_2/n_1)^2)^{1/2}$ 以上の角度幅を有する光を提供する請求項20に記載の光学装置。

64. 前記光源の周囲に設けた複合パラボラ式集中部と、

インボリュート光源部を有する前記光源の周囲に設けた反射器と、

直線式プリズムと、

光ディフューザーと、

前記第1の層の開口数を少なくとも満たす手段と、

1つ以上のほぼ半円環状アーク及び非結像型反射器と

のうちの少なくとも1つを備えてなる請求項20に記載の光学装置。

65. 光の制御された角度にわたって出力され、その角度は

$$4\phi^{1/2}(n_1^2 - 1)^{1/4}$$

の式で表され、但し ϕ は前記頂面と底面との収束度である請求項20に記載の光学装置。

66. 前記光進行方向変更手段は $4\phi^{1/2}(n_1^2-1)^{1/2}$ の角度幅内で光の進行方向を効果的に変更するためのファセット部よりなる請求項8に記載の光学装置。

67. 前記光進行方向変更手段は、前記第1の層を通過して線対称をなす上方重複層及び下方重複層を形成し、かつ前記第1の層を $\phi/2$ の2つの部分に分割する層手段の周囲に配置されている請求項1に記載の光学装置。

68. 前記頂面及び底面は傾斜角 ϕ にて収束し、前記頂面及び底面から出力された光はほぼ対称をなす角度で分布される請求項1に記載の光学装置。

69. 前記頂面及び底面は、少なくとも傾斜角 $\phi/2$ にて収束するとともに、エアギャップに隣接して配置された反射層を有し、これにより前記頂層面及び底層

面のいずれか一方を通して光りが出力される請求項68に記載の光学装置。

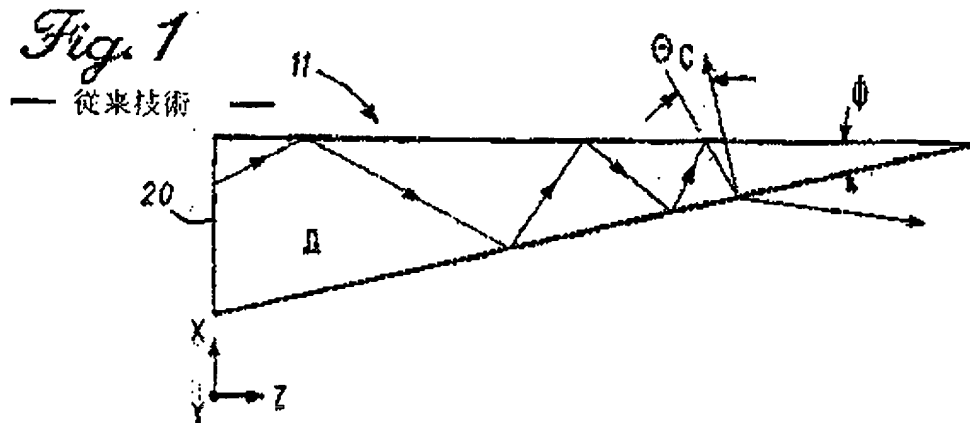
70. 前記第1の層、エアギャップ、光進行方向変更装置及び反射層うち少なくとも1つ第2の層に連結してなる請求項69に記載の光学装置。

【手続補正書】特許法第184条の8

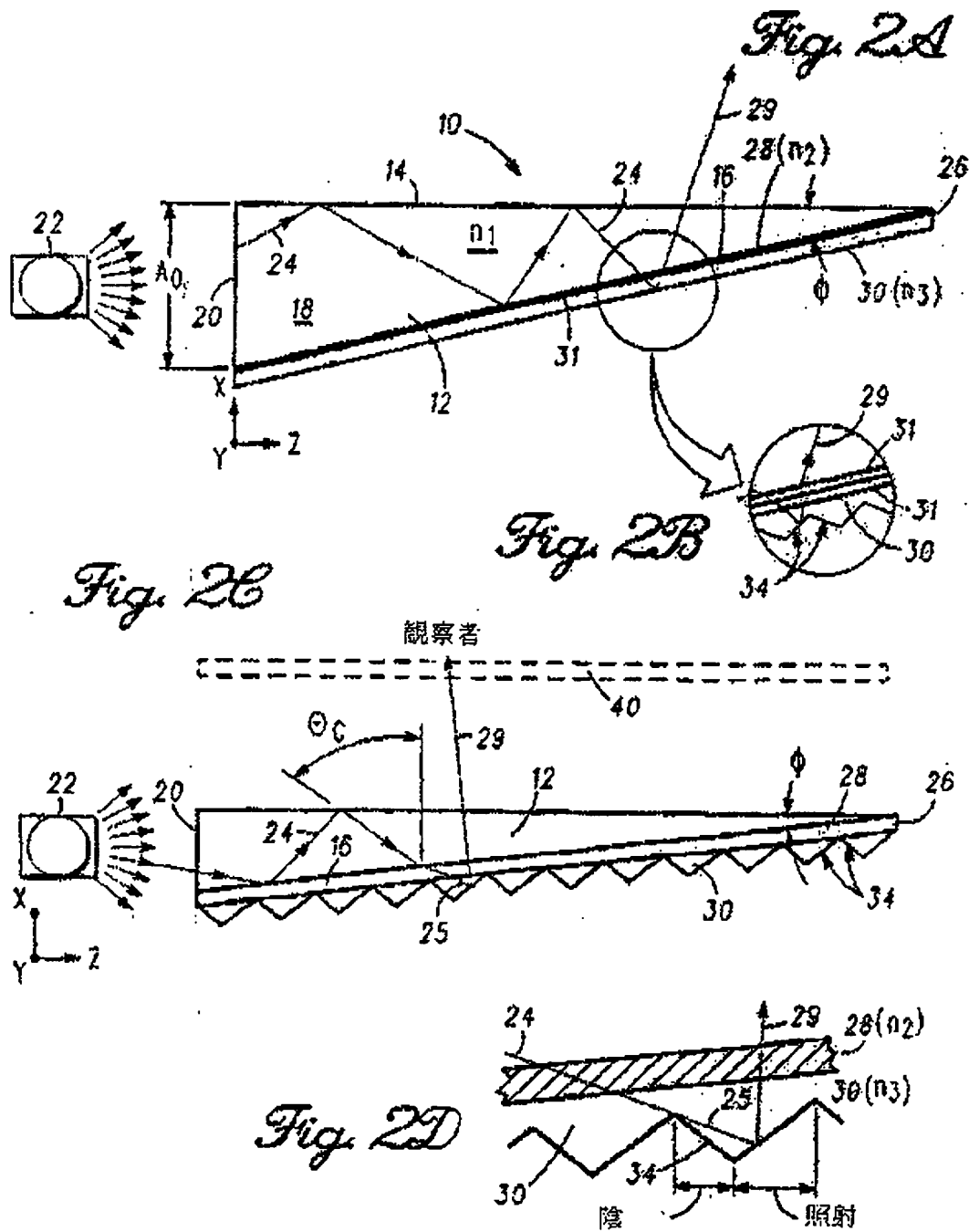
【提出日】1995年2月17日

【補正内容】

【図1】



【図2】



【図 2】

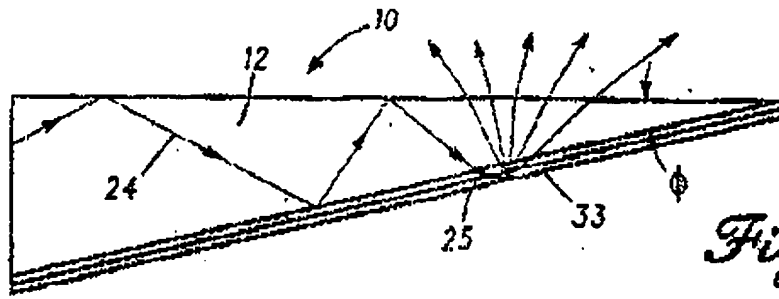


Fig. 2E

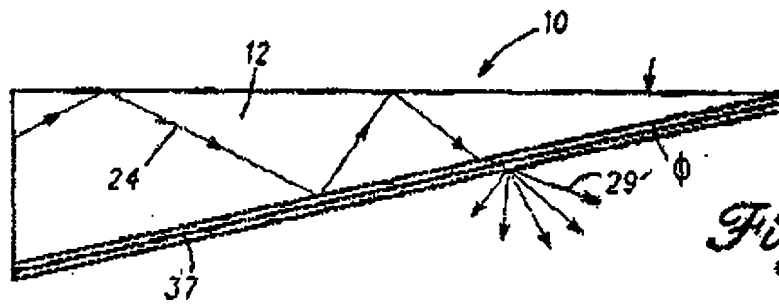


Fig. 2F

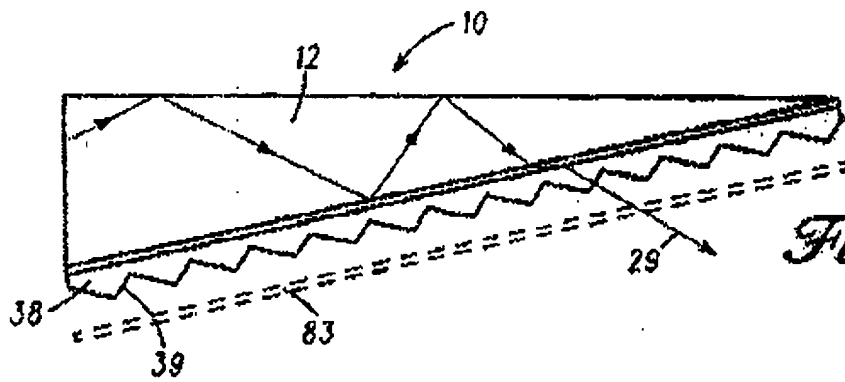


Fig. 2G

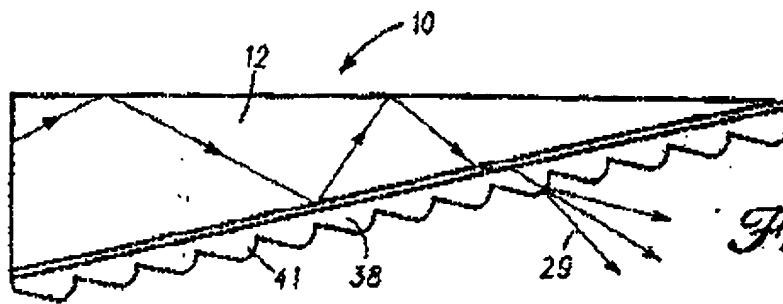
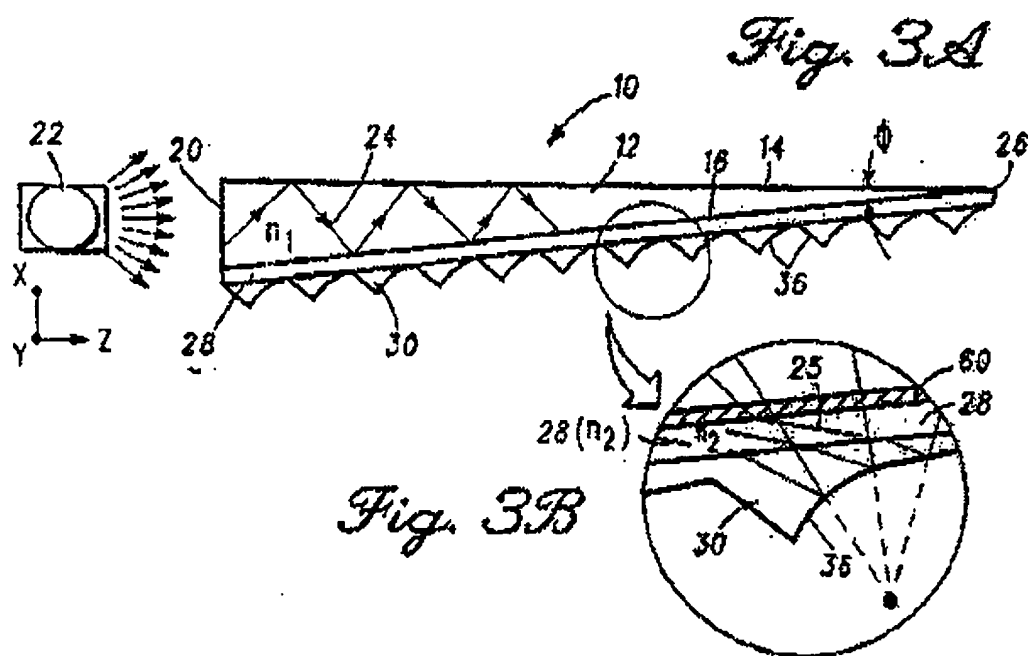
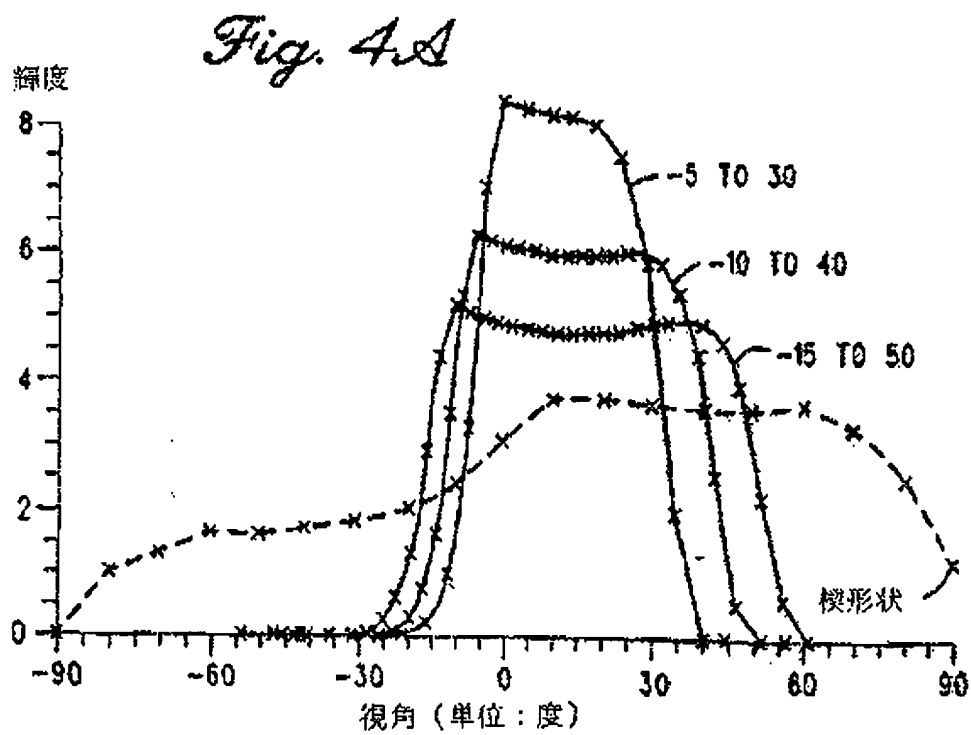


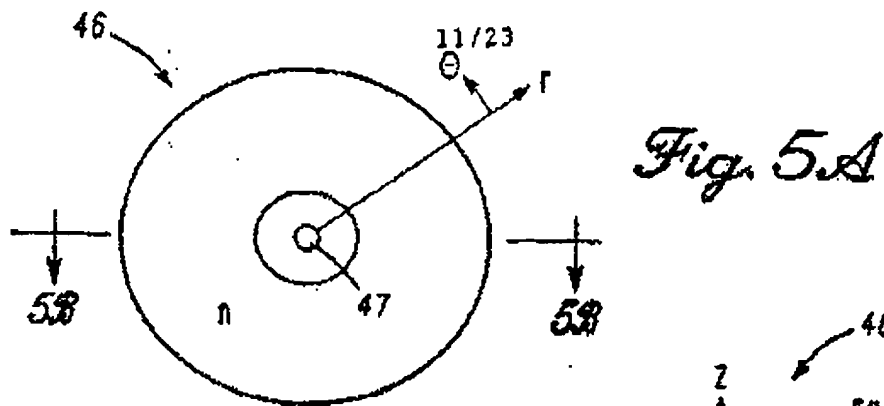
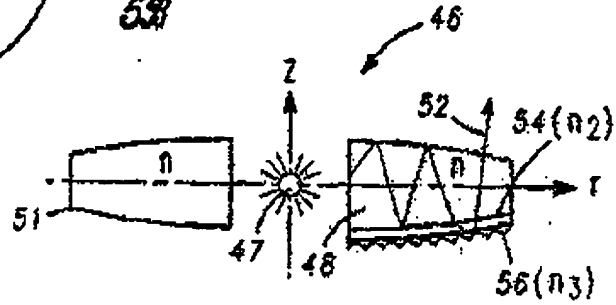
Fig. 2H



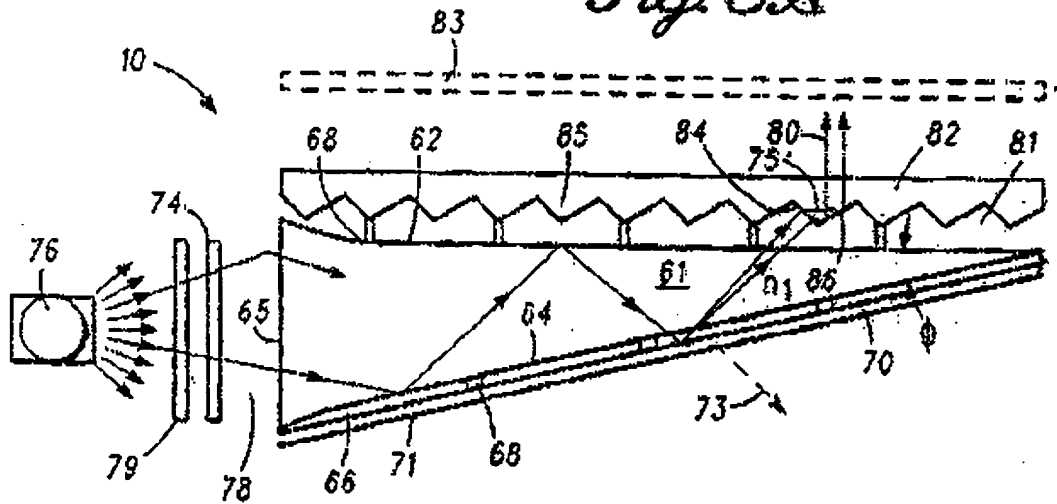
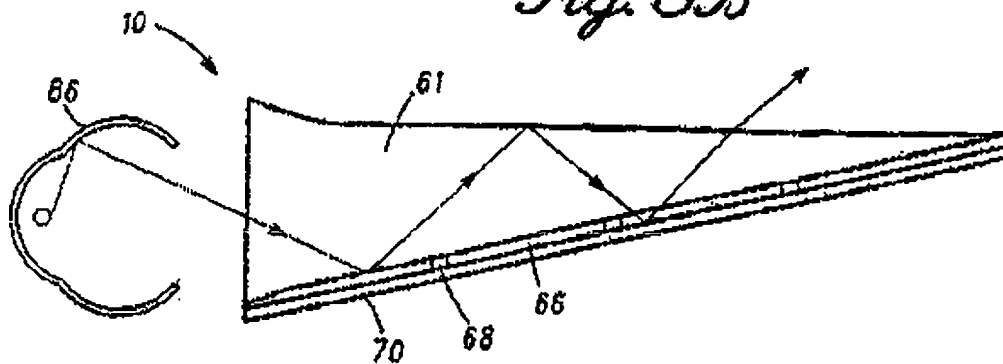
【図4】



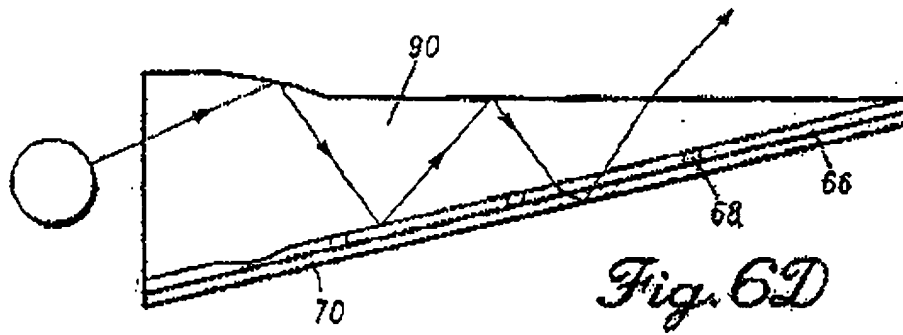
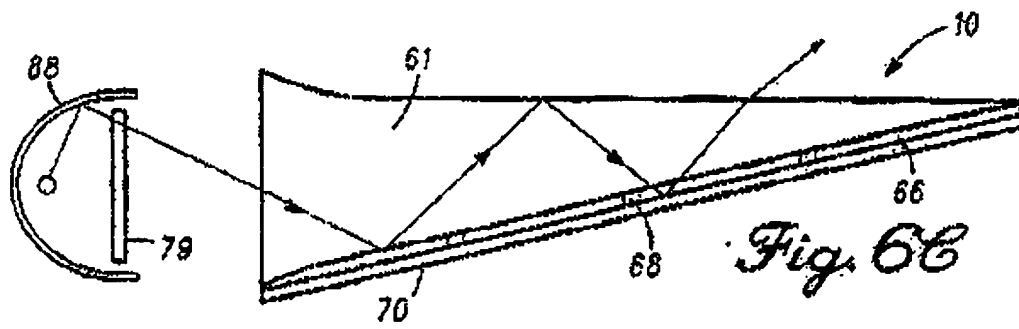
【図5】

*Fig. 5B*

【図 6】

Fig. 6A*Fig. 6B*

【図6】



【図7】

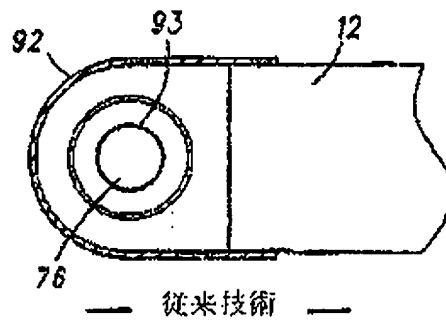
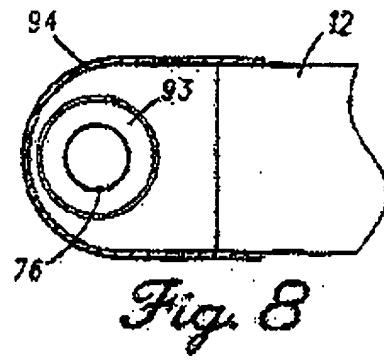
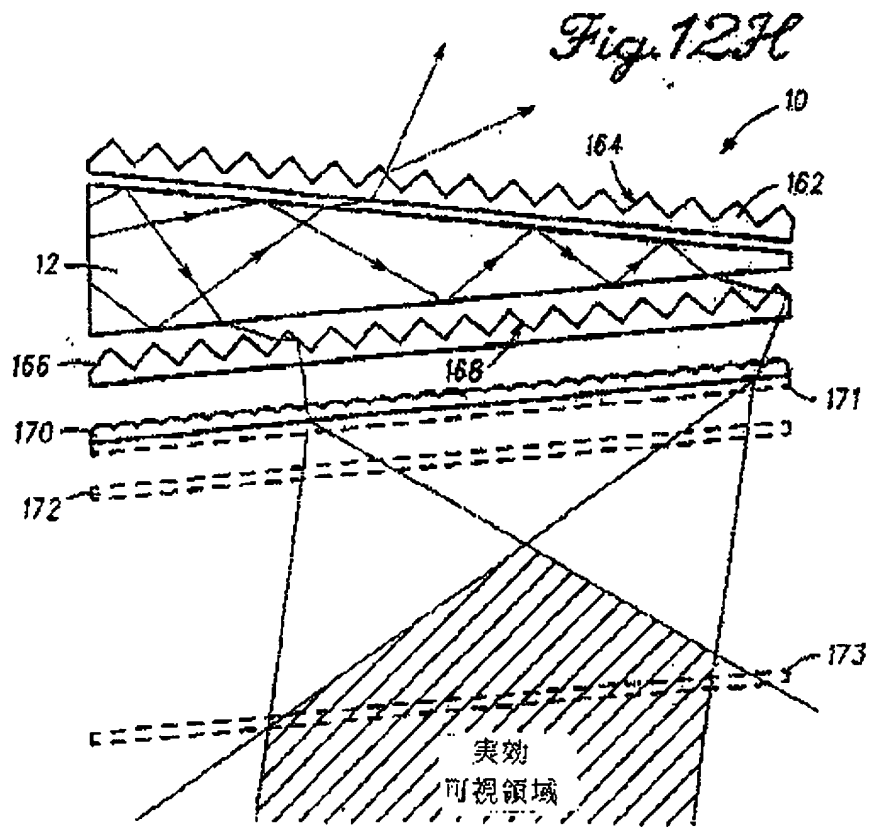
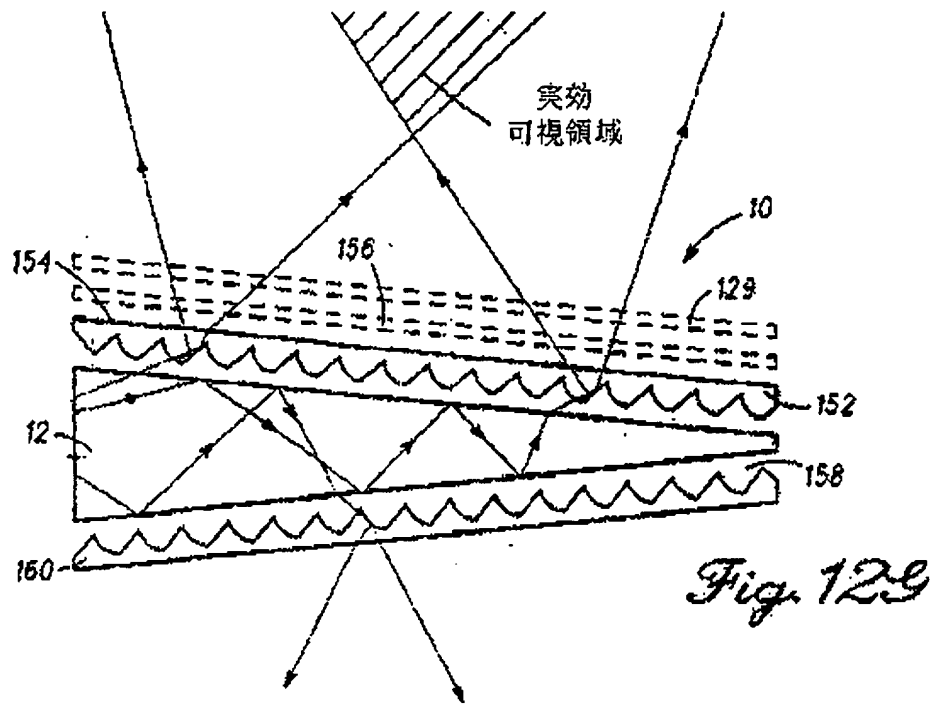


Fig. 7

【図8】



【図12】



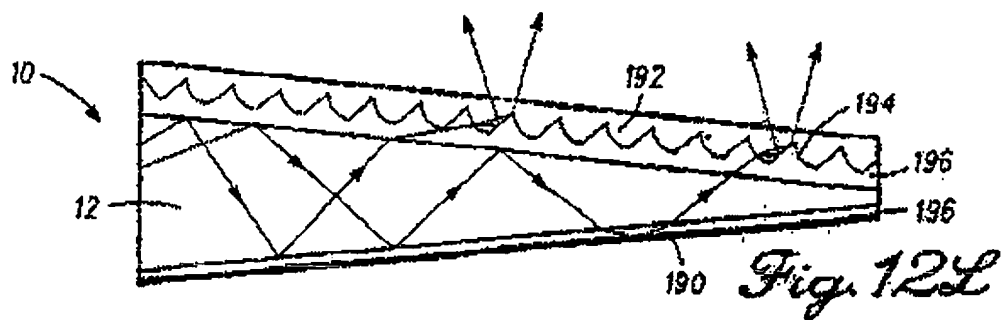
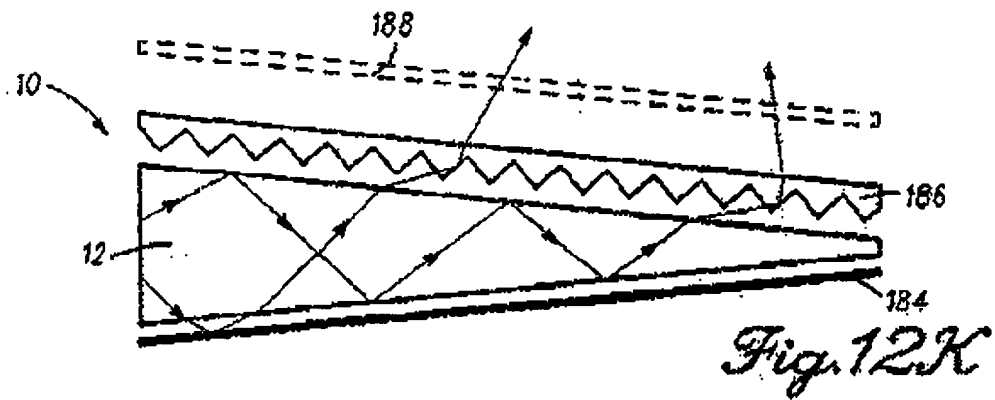
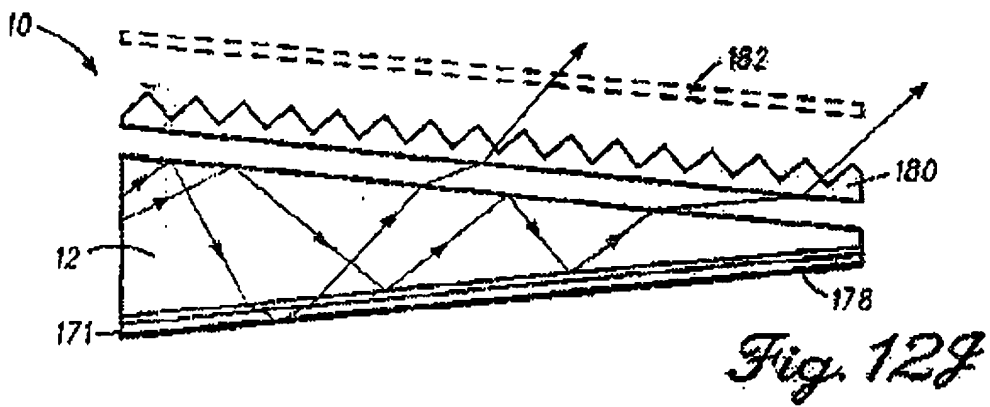
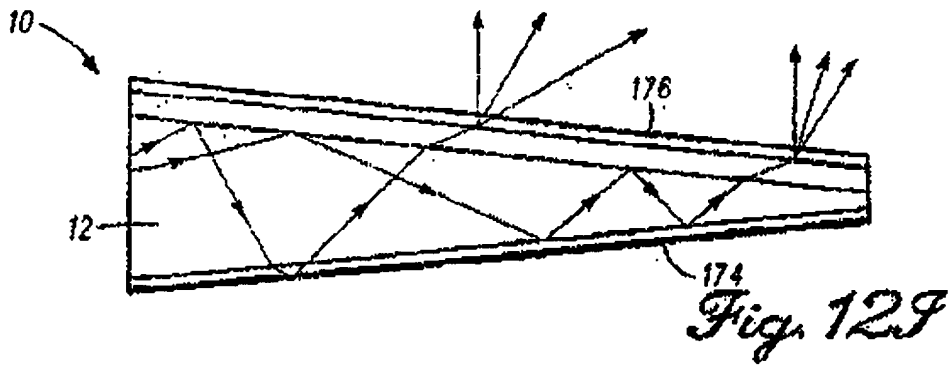


Fig. 120

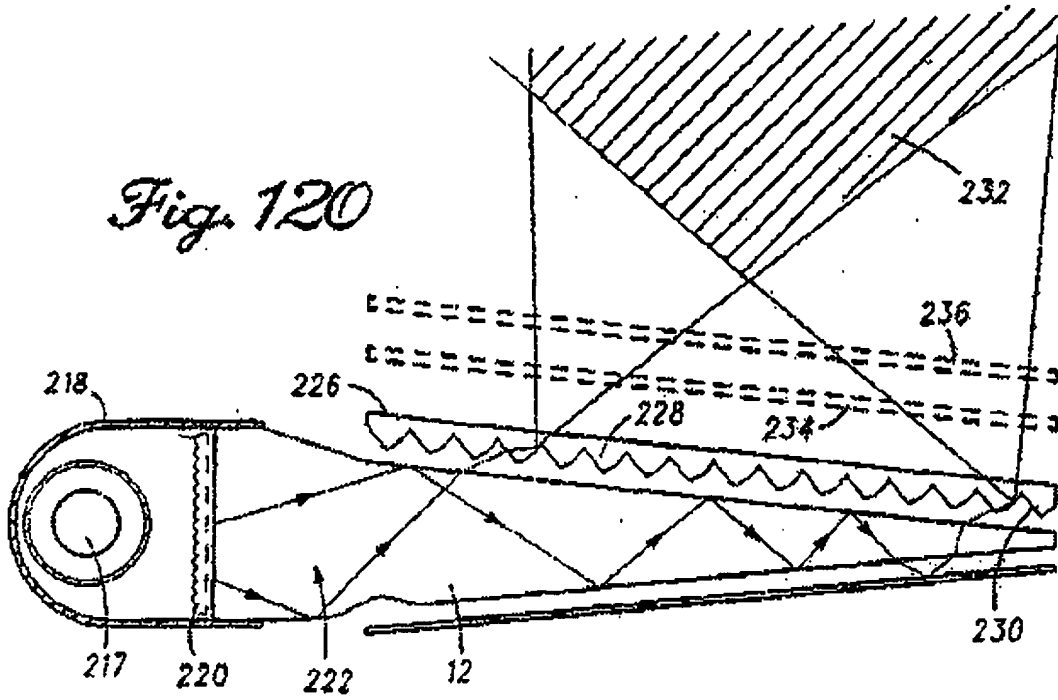
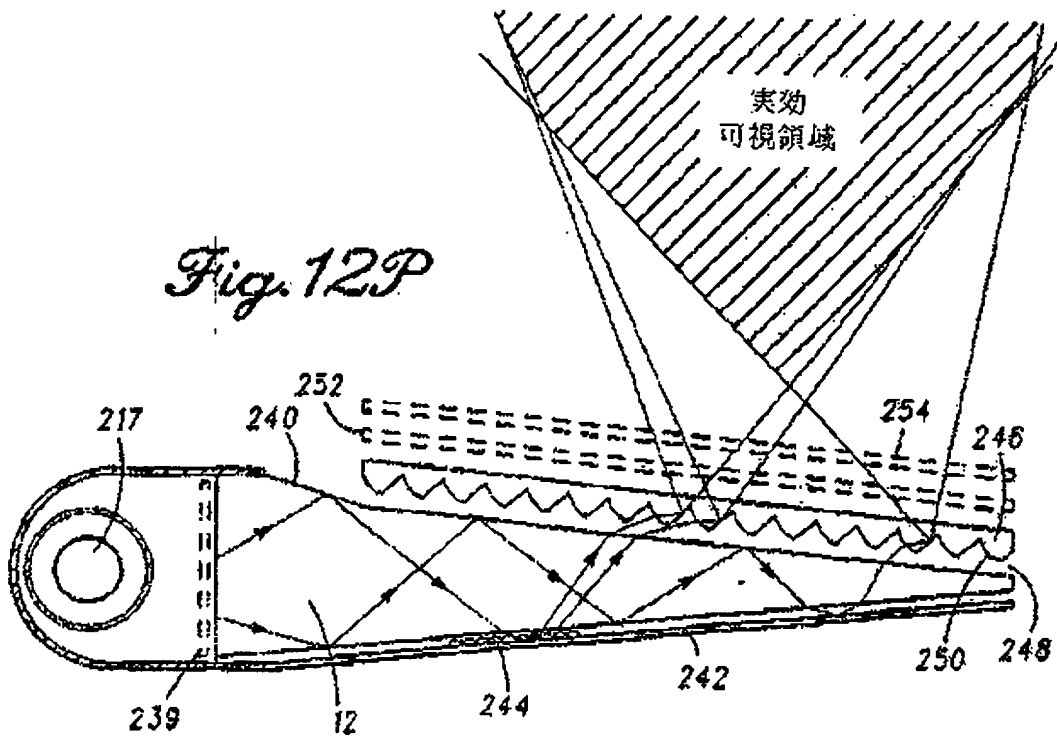
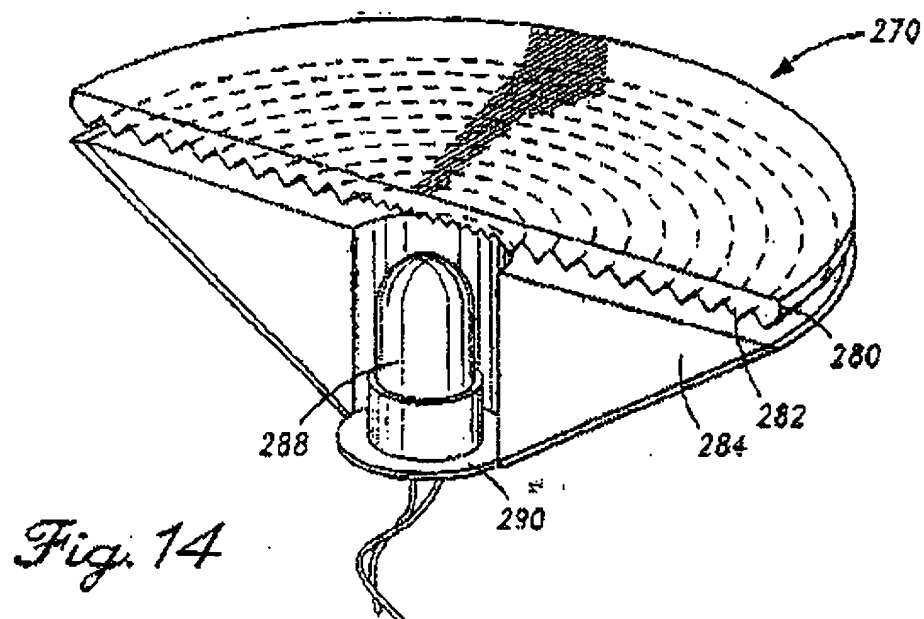
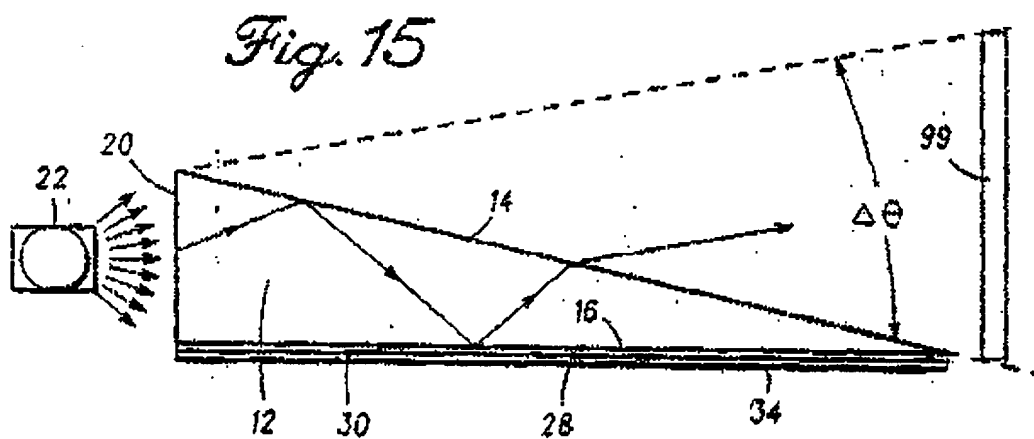


Fig. 12P

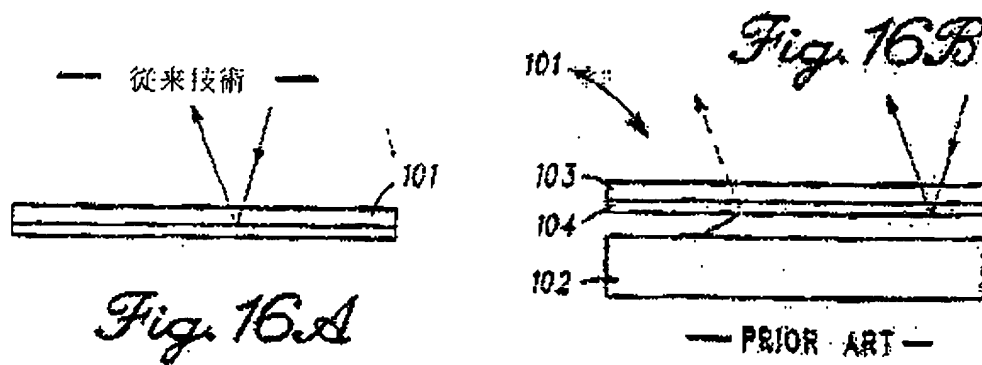




【図15】



【図16】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

...national application No.
PCT/US94/02598

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(5) .G02B 6/26

US CL .385/146,43,901,129,131;362/31,32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 385/146,43,901,129,131;362/31,32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Please See Extra Sheet.

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

385/31,33,43,129,130,131,140,146,147,901; 369/599, 833,834,70; 362/19,31,32,263

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	U.S.A. 4,161,015 (Dey et al) 10 July 1979 Figs. 1-3, Abstract	1-62
Y	U.S.A. 3,832,028 (Kapron) 27 Aug. 1974 Figs. 2-4, Abstract, column 6	1-62
A	U.S.A. 3,617,109 (Tien)02 Nov. 1971	
A	U.S.A. 3,980,392 (Auracher) 14 Sept. 1976	
A	U.S.A. 4,059,916 (Tachiera et al.) 29 Nov. 1977	
A	U.S.A. 4,212,048 (Castleberry)08 July 1980	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	* T	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention
* A* documents defining the general state of the art which are considered to be of particular relevance	* X*	document of particular relevance: the claimed invention seems to be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
* E* earlier document published on or after the international filing date	* Y*	document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
* L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	* Z*	document member of the same patent family
* O* document referring to an oral disclosure, viz. exhibition or other means		
* P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search

22 MAY 1994

Date of mailing of the international search report

JUN 06 1994

Name and mailing address of the ISA/US
Communications of Patents and Trademarks
Box PCT
Washington, D.C. 20231

Authorized officer

PHILIP T. HEARTNEY

Facsimile No. NOT APPLICABLE

Telephone No. (703) 308-4848

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US94/02598

C (Continuation): DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	U.S.A. 5,046,805 (Simon) 10 Sept 1991	
A	U.S.A. 5,050,946 (Hathaway et al) 24 Sept. 1991	
A	U.S.A. 5,101,325 (Davenport et al) 31 March 1992	
A	U.S.A. 5,128,787 (Blonder) 07 July 1992	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US94/02998

B. FIELDS SEARCHED

Documentation other than minimum documentation that are included in the fields searched:

\$ 385/1-147/coat or 385/900-902/coat optic? device? and light (p) source? wedge layer? and top, bottom and back surface? layer? (p) air gap? index 3(A) refract? linear wedge, transducer layer, adherent layer anti-reflect?

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AU, BB, BG, BR, CA, CZ, ES, FI, HU, JP, KP, KR, LK, MG, MN, MW, NO, NZ, PL, RO, RU, SD, SK, UA

(72)発明者 ジャコブソン, ベンジャミン エー,
アメリカ合衆国 60615 イリノイ州 シ
カゴ サウス ドーチェスター アベニュー
5319

(72)発明者 ホルマン, ロバート エル,
アメリカ合衆国 60540 イリノイ州 ネ
イバービル レ プロバンス サークル
1191

(72)発明者 ギトキンド, ネイル エー,
アメリカ合衆国 60608 イリノイ州 シ
カゴ エヌ, ウォルコット 1362

のうちの少なくとも1つの位置に配置されている64変「1」配列の光平断面、

の少なくとも一方に傾斜して光線付方向反射率を有してなる請求項2に記載の光学装置。

23. 前記光進行方向反射手段がファセット鏡を含んでなる請求項2に記載の光学装置。

24. 前記制御された角度の光線は平面中の平均出力角の約30°以内でなる請求項2に記載の光学装置。

25. 前記ファセット鏡は

- (a) フォトリソグラフィまたはエッチングの一部を形成する層を形成するべく物質が堆積する層状のファセット;
- (b) 各ファセット部が特定の角度分布の反射率の層状に形成する層を形成するために形成されていること;
- (c) 各ファセットは選択的に平面または曲面中のファセット面を有すること、のうちの少なくとも一つを含んでなる請求項2に記載の光学装置。

26. 前記光線を表示するために空間法において長と方向に依りる光路を有する所望ディスタンスを有してなる請求項2に記載の光学装置。

27. 光の進行方向が傾斜して平面上にない光線からの光を傾斜して反射的に出力する光学装置であって、

光学的厚さの異なる第1の層と、前記第1の層は表面と傾斜面と、のうちの少なくとも一方に形成して形成された反射する傾斜面及び傾斜面を有し、前記第1の層の表面を形成する光線、第1の層から反射された光線が第1の層の傾斜面に対しても反射面を形成する前記傾斜面に対する傾斜角が所望の値となる傾斜角に達し、前記傾斜面が所望の傾斜角にインターフェースの傾斜により空間内に進入すること、

前記第1の層が空間に下方から入射する光進行方向反射手段と、前記光進行方向

反射手段は第1の層から出た光線が傾斜面及び傾斜面から光の出入りを選択的に行うことと、さらに前記光進行方向反射手段は第1の層から出た光線が傾斜させる平面を有していること、からなる光学装置。

28. 前記光線は傾斜した面からの光進行方向反射手段及び傾斜面を有する傾斜面を有する傾斜の切角を有するファセット面のうちの少なくともいずれか一方を含んでなる請求項2に記載の光学装置。

29. 前記光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の中心角に依りるための傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

30. 前記ファセット鏡のファセットは、傾斜反射手段の光線部における傾斜のファセットの傾斜のために異なる傾斜角を有してなる請求項2に記載の光学装置。

31. 前記光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜を制御するための傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

32. 前記ファセット鏡は

- (a) 傾斜した面傾斜角において傾斜する光の傾斜と、
- (b) 傾斜した面傾斜角の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、
- (c) 傾斜の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、
- (d) 各ファセットの傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

のうちの少なくとも一つを含んでなる請求項2に記載の光学装置。

33. 光線が平面反射手段、傾斜した面反射手段を有する傾斜角を有する傾斜角2θに傾斜の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

34. 前記ファセット鏡の傾斜角のファセットは、

- (a) 前記ファセットの傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、
- (b) 前記光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、
- (c) 傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

35. 前記光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

36. 傾斜した光進行方向反射手段と、傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

37. 傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

- (a) 前記光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、
- (b) 前記光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、
- (c) 前記光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

のうちの少なくとも一つを含む請求項2に記載の光学装置。

38. 前記ディスタンスは、

- (a) 傾斜角、
- (b) 傾斜角、
- (c) 傾斜角、

のうちの少なくとも一つを含む請求項2に記載の光学装置。

39. 前記光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

40. 傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

- (a) 傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、
- (b) 傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

のうちの少なくとも一つを含む請求項2に記載の光学装置。

41. 前記光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

42. 傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

前記光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

43. 前記光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

44. 前記光線は傾斜した面からの光線が傾斜面から出力する光の傾斜角を傾斜角2θに傾斜の傾斜角、

45. 前記光線は、

- (d) 水・油・フッ素等、
 - (e) 炭素のフッ素等、
 - (f) 有機化合物のフッ素等、
 - (g) 小さな粒子を有するフッ素等、
 - (h) 可溶性物質に溶解するフッ素等
- のうちの少なくとも一つを有する結晶材料に形成の光学装置。

46. 光源から光を照射して光を反射的に出力する光学装置であって、前記光源から光を受光することが可能にして、光学的低損失を有し、少なくとも反射面を形成する反射面と前記光源とを有する第1の層と、前記第1の層は前記光源及び反射面に光を照射すること、光が前記第1の層の表面の多くを占める一方の低損失を有する反射面を減少させ、前記第1の層に付する反射面よりより小さな反射面に照射した時に、光は第1の層の表面を反射すること、

前記第1の層は前記光源に近づくにつれて下方から急激に減少すること、前記光源の出力は、前記第1の層から前記光源の出力を減少する層である、

前記第1の層に近づくにつれて下方から急激に減少すること、前記光源の出力は、前記第1の層から前記光源の出力を減少する層である、

前記第1の層は前記光源に近づくにつれて下方から急激に減少すること、前記光源の出力は、前記第1の層から前記光源の出力を減少する層である、

47. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

48. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

前記第1の層に近づくにつれて下方から急激に減少すること、前記光源の出力は、前記第1の層から前記光源の出力を減少する層である、

前記第1の層は前記光源に近づくにつれて下方から急激に減少すること、前記光源の出力は、前記第1の層から前記光源の出力を減少する層である、

前記第1の層は前記光源に近づくにつれて下方から急激に減少すること、前記光源の出力は、前記第1の層から前記光源の出力を減少する層である、

前記第1の層は前記光源に近づくにつれて下方から急激に減少すること、前記光源の出力は、前記第1の層から前記光源の出力を減少する層である、

49. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

50. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

51. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

52. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

53. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

54. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

55. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

56. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

57. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

58. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

59. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

60. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

61. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

62. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

63. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

64. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

65. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

66. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

67. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

68. 前記装置は、光源及び反射面に近づくにつれて以下の層を有する、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$
 である光学装置。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.